

LIPIDI parte A



LIPIDI



- **I LIPIDI detti comunemente grassi, sono indispensabili per la vita, al pari degli altri principi nutritivi quali proteine, carboidrati, vitamine, sali minerali ed acqua.**
- La loro funzione è **prevalentemente energetica**, ma svolgono anche altre importanti funzioni :
- **Sono costituenti dei fosfolipidi delle membrane cellulari di tutti i tessuti**
- **Sono costituenti delle lipoproteine deputate al trasporto ematico dei lipidi stessi,**
- **Sono precursori di alcuni ormoni.**
- **Costituiscono inoltre il veicolo obbligatorio di alcune vitamine, dette liposolubili (A, D, E, K).**

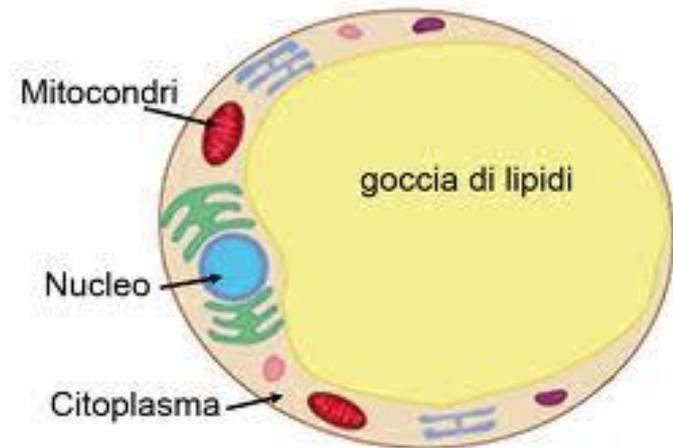
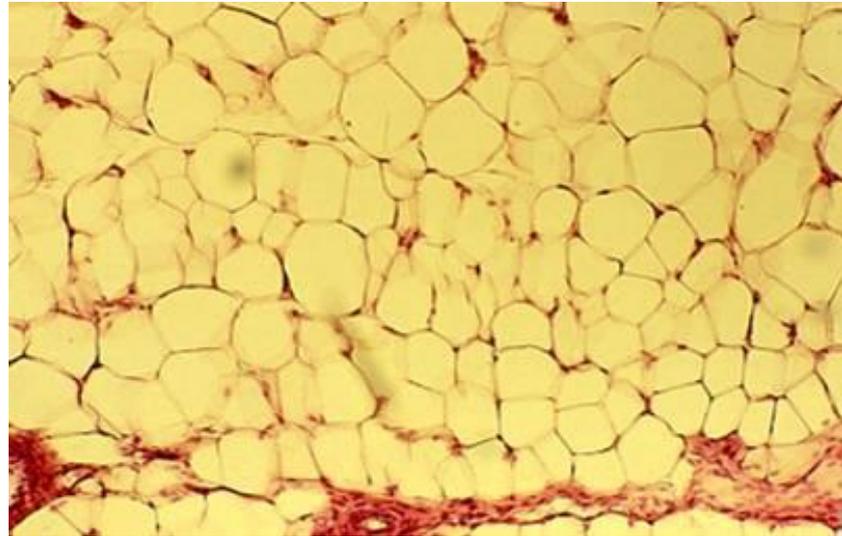
Acidi grassi essenziali

- **Alcuni acidi grassi polinsaturi risultano indispensabili per l'organismo, pur non potendo essere biosintetizzati. Tali acidi grassi (linoleico ed α -linolenico) devono venire introdotti tramite gli alimenti e vengono perciò definiti "acidi grassi essenziali".**
- Gli acidi grassi essenziali, ed in particolare l'acido arachidonico, sono i precursori di sostanze chiave nella modulazione della risposta infiammatoria, sono inoltre coinvolti nella sintesi di alcuni fosfolipi della membrana cellulare

- Il fabbisogno di grassi viene stimato intorno al 25-30 % delle calorie totali.
- Quantità superiori non sono ben tollerate dall'organismo, ma quantità inferiori non sembrano scovre da inconvenienti in quanto si associano ad una riduzione delle lipoproteine ad alta densità (HDL) importanti per il trasporto inverso del colesterolo (rimozione del colesterolo in eccesso).
- Per quanto riguarda il fabbisogno di acidi grassi essenziali si ritiene sufficiente un apporto oscillante tra il 2 ed il 6 % dei lipidi totali assunti.

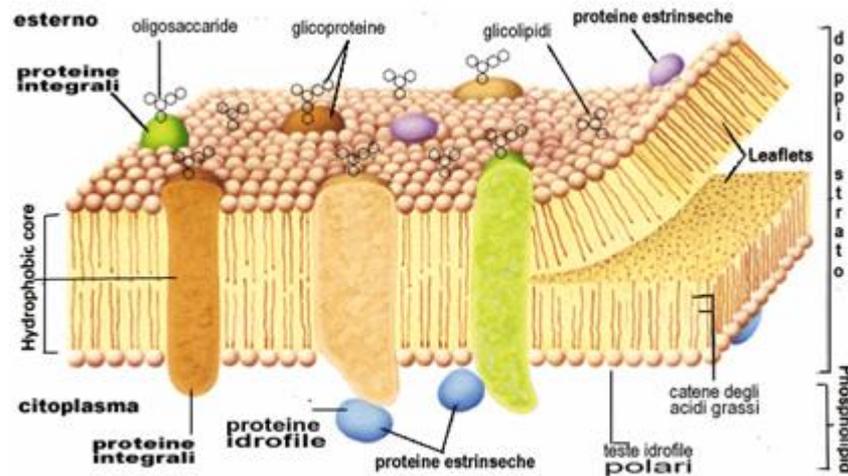
LIPIDI

- **I lipidi sono molto calorici (9 calorie a grammo), più dei glucidi e delle proteine (più del doppio di questi ultimi nutrienti).**
- **Di essi si ha bisogno in una sana dieta alimentare, ma il loro eccesso è accumulato dal nostro organismo e depositato negli adipociti, localizzati attorno ad alcuni organi interni, come i reni, o nel tessuto sottocutaneo (quello che viene comunemente chiamato grasso o ciccia), con funzione principale di riserva di energia, ma anche di isolante termico.**



FUNZIONI DEI LIPIDI

- Energetica
- Strutturale
- Precursori di biomolecole



CLASSIFICAZIONE E STRUTTURA DEI LIPIDI

a) Lipidi di deposito:

a) trigliceridi o triacilgliceroli (TAG)

b) Lipidi strutturali:

a) fosfolipidi (PL)

b) colesterolo (C)

Struttura dei lipidi

acidi grassi
trigliceridi
cere

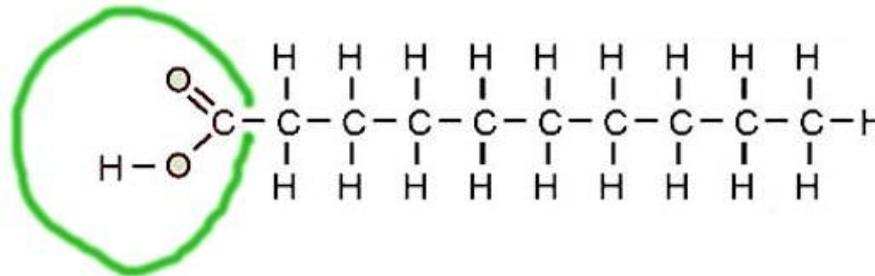
LIPIDI

ACIDI GRASSI

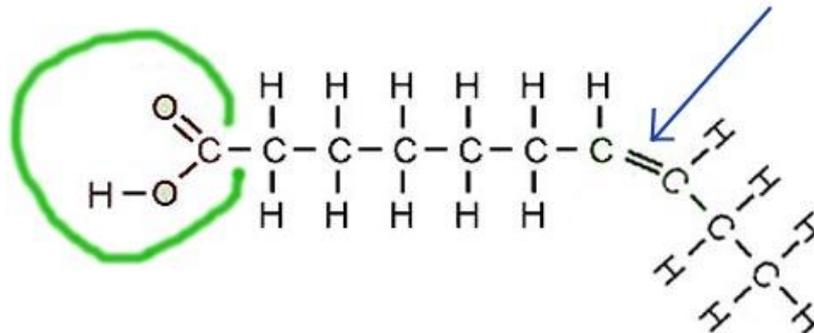
Gli acidi grassi sono
costituenti essenziali
dei lipidi

ACIDO GRASSO SATURO

Gruppo carbossilico



ACIDO GRASSO INSATURO



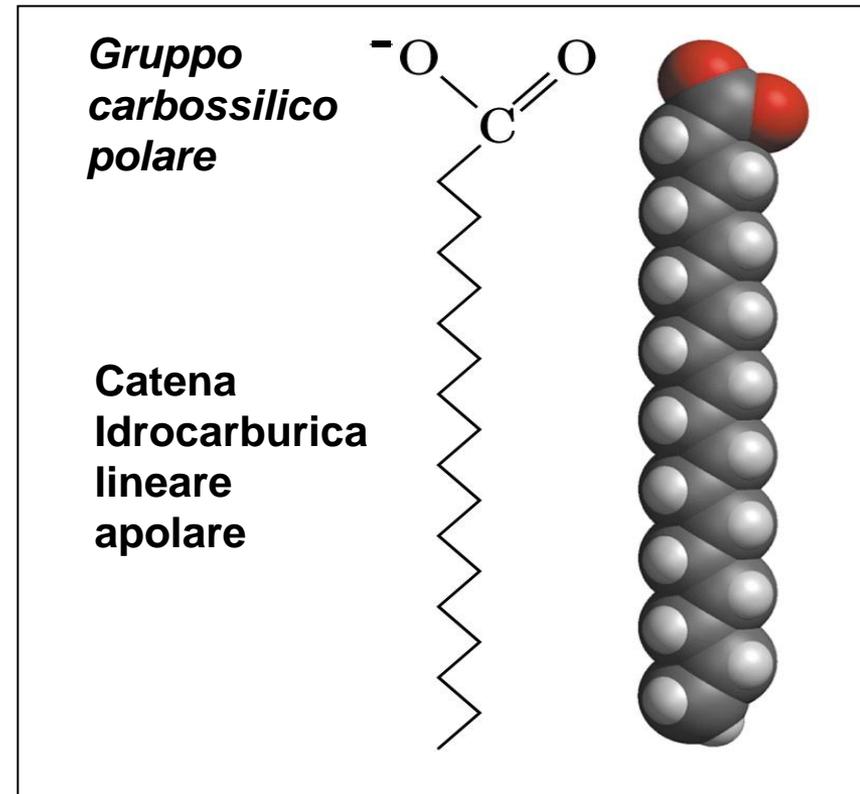
ACIDI GRASSI

Acidi carbossilici, per lo più a **NUMERO PARI** di atomi di C
(più abbondanti C16 - C20)

Formula generale $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$
forma sintetica R-COOH

A pH fisiologico si trovano
nella forma ionizzata R-COO⁻

acido debole - $\text{pK}_a = 4,5$



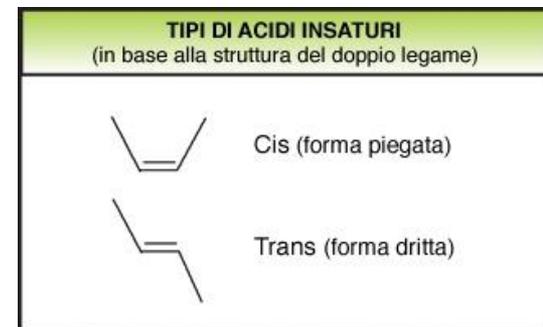
GLI ACIDI GRASSI SONO CLASSIFICATI IN BASE ALLA STRUTTURA DELLA CATENA IDROCARBURICA

SATURI - senza doppi legami
catena satura in H, completamente ridotta

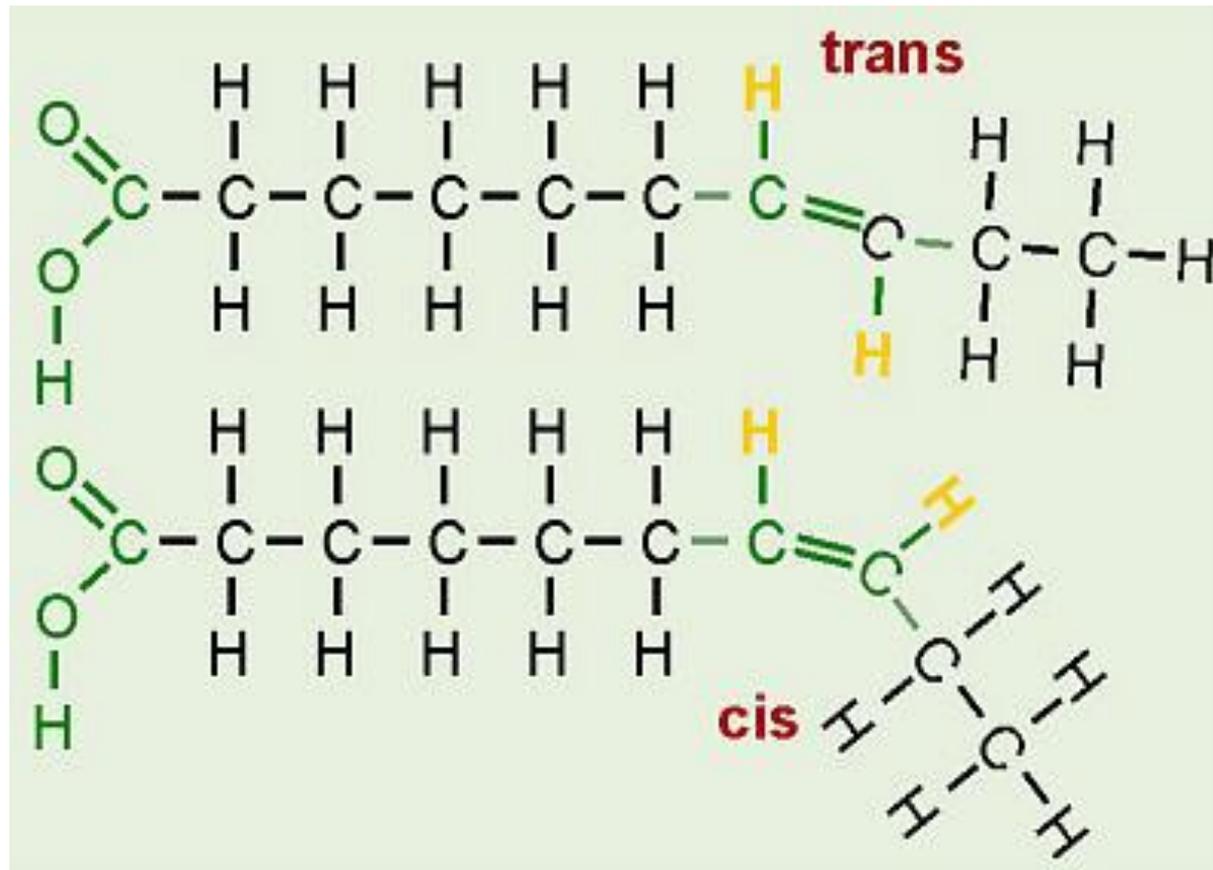
MONOINSATURI - un doppio legame

POLINSATURI - almeno due doppi legami

I doppi legami sono in genere nella forma stereoisomera cis



Differenza di configurazione tra acidi grassi TRANS e CIS



Strutture degli acidi grassi saturi ed insaturi

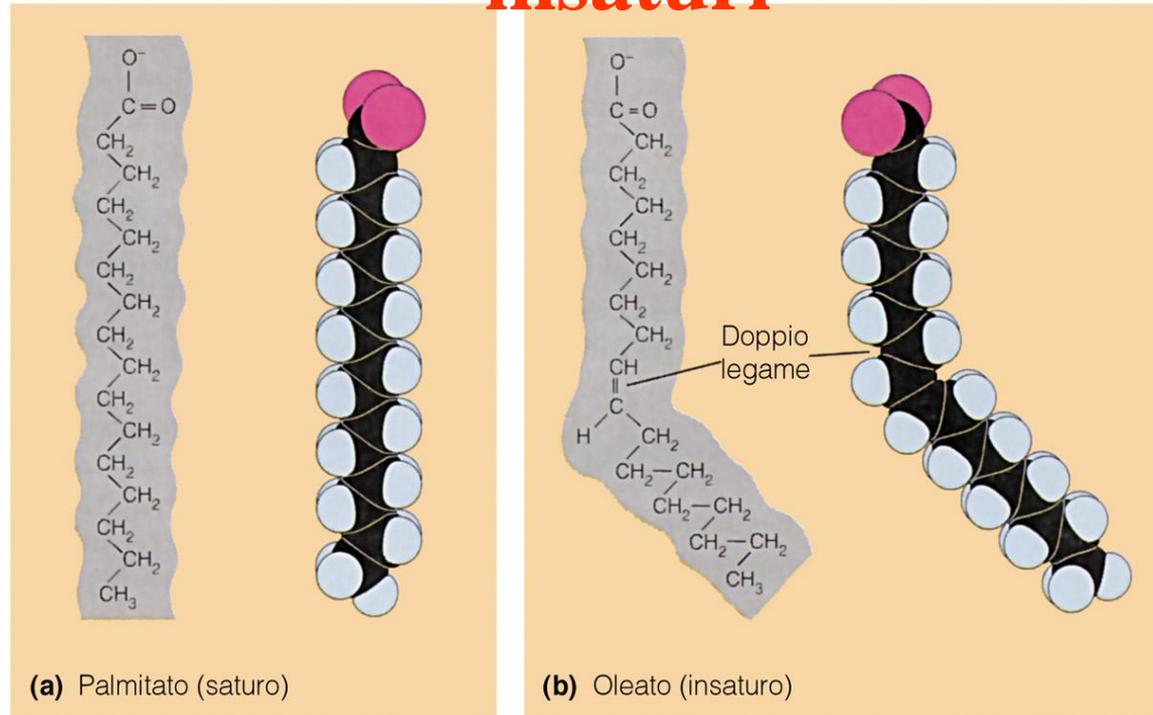


Figura 3-28

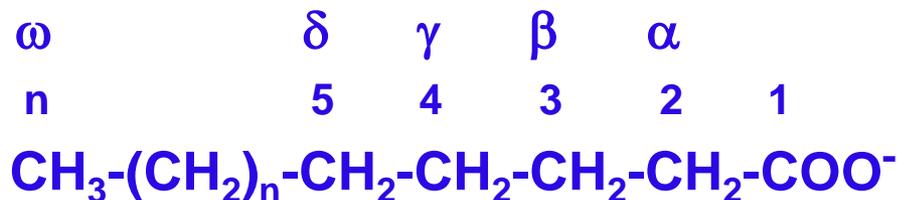
Numerazione degli atomi di C

-con i numeri: inizio dal C

carbossilico (metile terminale n)

-con le lettere dell'alfabeto greco:

Inizio dall'atomo di C vicino al gruppo carbossilico (metile terminale ω)

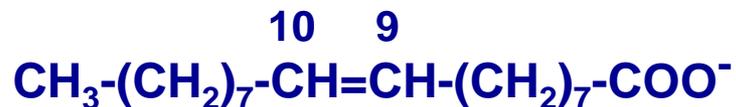


acido grasso: identificato da due numeri che indicano il numero di atomi di carbonio ed il numero dei doppi legami, separati dal simbolo :

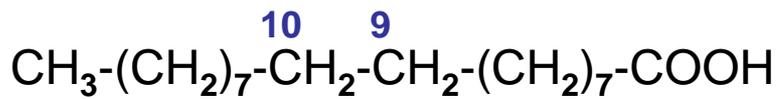
posizione doppio legame:

indicata con il simbolo Δ (delta maiuscolo) seguito dai numeri soprascritti

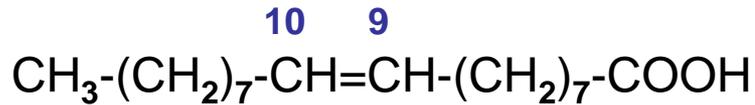
c corrisponde a cis; t = trans



C18:1c Δ ⁹

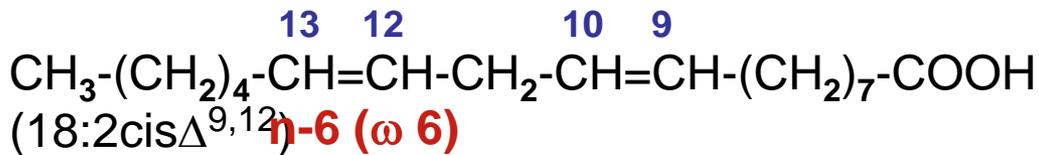


acido stearico (18:0) **Burro, lardo, olio di palma**, nel fegato viene convertito in ac. oleico



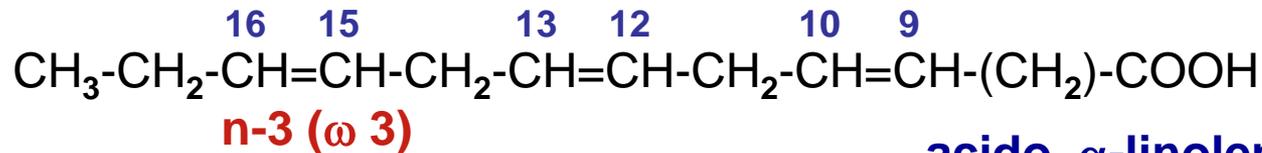
acido oleico (18:1cis Δ^9) (serie n-9)
olio d'oliva

acido grasso essenziale: alimenti di origine vegetale, soia, girasole



acido linoleico

acido grasso essenziale: alimenti di origine vegetale, germe di grano, noci



acido α -linolenico (18:3cis $\Delta^{9,12,15}$)

Numerazione classica: posizione del doppio legame a partire dal carbossile

più comune: posizione del primo doppio legame a partire dal metile terminale (n- oppure ω)

Your body cannot form
C=C double bonds
before the 9th carbon

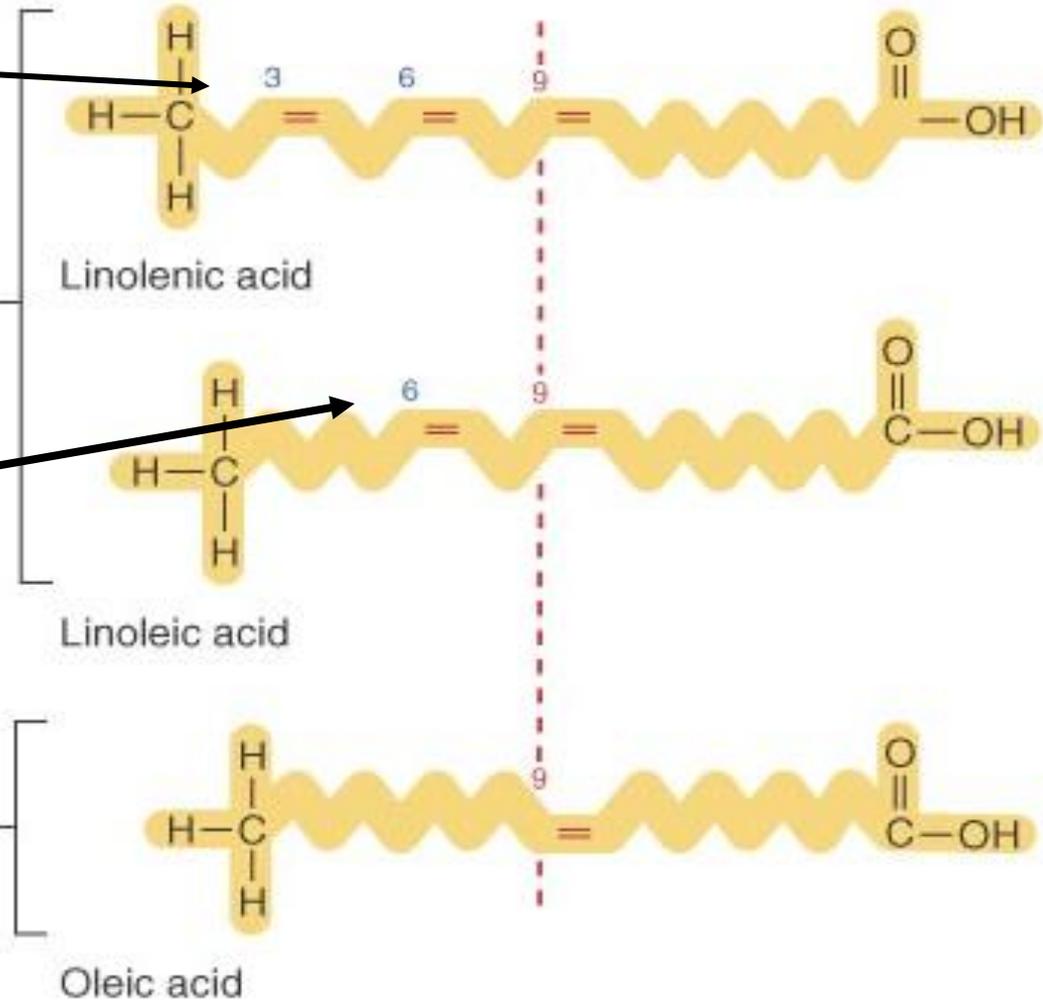
Your body can form
C=C double bonds
after the 9th carbon

Omega-3

Fatty acids with double
bonds before
the 9th carbon are
ESSENTIAL

Omega-6

Fatty acids with no
double bonds before
the 9th carbon are
NONESSENTIAL



Grassi e acidi grassi

Grassi saturi
Grassi animali, burro,
strutto, oli
tropicali

Grassi insaturi

Grassi «trans»
Oli idrogenati,
margarine

Grassi polinsaturi

Grassi monoinsaturi



Acidi grassi
omega-6
Oli vegetali
(mais, girasole...)
Proinfiammatori
Protumorali



Acidi grassi omega-3
Sardine, sgombro, salmone,
semi di lino, soia, noci
Antinfiammatori
Antitumorali



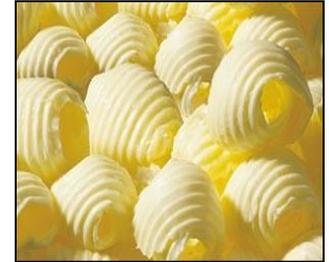
Acidi grassi omega-9
Olio d'oliva, olio di canola,
avocado, mandorle

ACIDI GRASSI SATURI più comuni

Corta catena (C4:0-C6:0)

acido butirrico
acido esanoico

Grassi del latte
vaccino e derivati



Media catena (C8:0-C14:0)

acido laurico (C12:0)
acido miristico (C14:0)

Oli tropicali (cocco, palma)
(*termine industriale: oli vegetali*)



Lunga catena \geq C16

acido palmitico (C16:0)
acido stearico (C18:0)

nei grassi animali e
vegetali
burro di cacao

ACIDI GRASSI MONOINSATURI

10 9



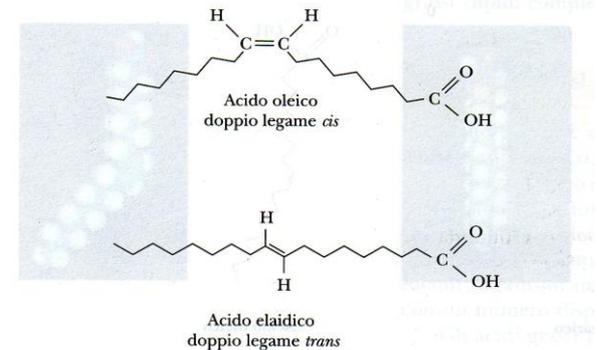
ISOMERIA CIS

Il legame cis, a differenza del legame trans, genera un angolo rigido nella catena idrocarburica

acido oleico

acido cis-9-ottadecenoico (18:1c Δ^9)

il piú abbondante acido grasso presente sia nei grassi animali che vegetali.



**Tipico dell'olio di oliva
di cui costituisce l'80%
degli acidi grassi**

Principali acidi grassi monoinsaturi e loro distribuzione in natura

Numero Atomi di C	Denominaz. Comune	Denominaz. IUPAC	Notazione abbreviata	Fonti in natura
10	Caproleico	cis-9-decanoico	C10:1	Latte
14	Miristoleico	cis-9-tetradecenoico	C14:1	Latte
16	Palmitoleico	cis-9-esadecenoico	C16:1	Tutti i grassi animali e vegetali
18	Oleico	cis-9-octadecenoico	C18:1 Δ 9	Tutti gli oli ed i grassi, olio di oliva (59-83%), oli di semi (40-70%)
18	Vaccenico	trans-11-octadecenoico	C18:1 Δ 11	Latte
18	Vaccenico	cis-11-octadecenoico	C18:1 Δ 11	Olio di Pesce
20	Gadoleico	cis-9-eicosenoico	C20:1 Δ 9	Olio di Pesce
22	Cetoleico	cis-11-docosenoico	C22:1 Δ 11	Olio di Pesce
22	Erucico	cis-13-docosenoico	C22:1 Δ 13	Olio di Cruciferae

Acidi grassi polinsaturi

Omega 6 e omega 3

Olio di semi



**RICCO DI ACIDI GRASSI
POLINSATURI DEL TIPO OMEGA 6**

↓ **Livelli LDL e VLDL, cioè
colesterolo "cattivo"**

**RICCO DI ACIDI GRASSI
POLINSATURI DEL TIPO OMEGA 3**

**Capaci di far diminuire nel sangue
livello trigliceridi e aggregazione
piastrinica (ossia rischio trombosi)**



**PROTEGGONO
L'ORGANISMO DAL
RISCHIO DI MALATTIE
CARDIOVASCOLARI**

ACIDI GRASSI POLINSATURATI

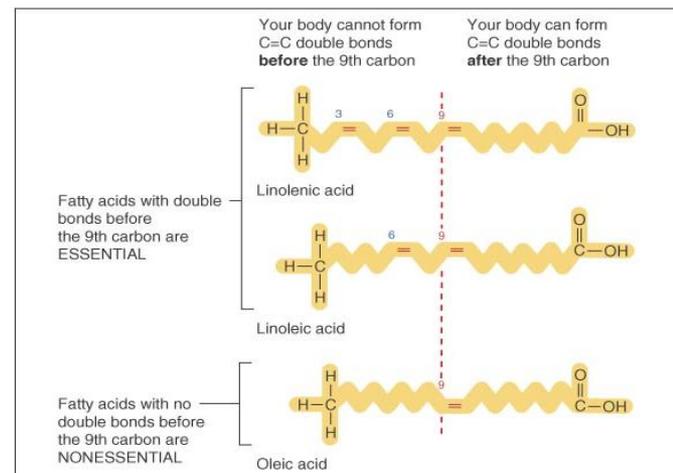
Acido linoleico ed acido α -linolenico sono acidi grassi essenziali

Sono definiti essenziali (AGE) perché da questi l'uomo sintetizza tutti gli altri polinsaturi disponendo di enzimi come l'elongasi e la desaturasi che permettono l'allungamento della catena carboniosa e la loro deidrogenazione.

Sono i precursori degli acidi polinsaturi a lunga catena rispettivamente

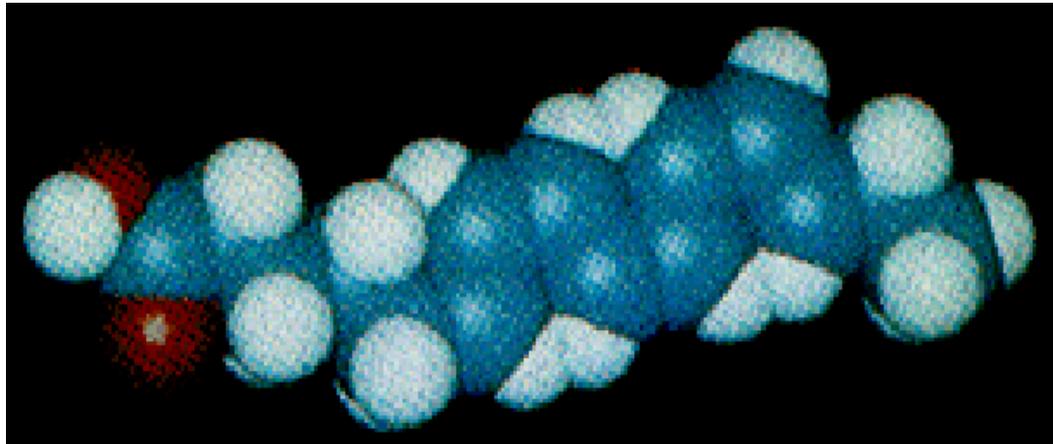
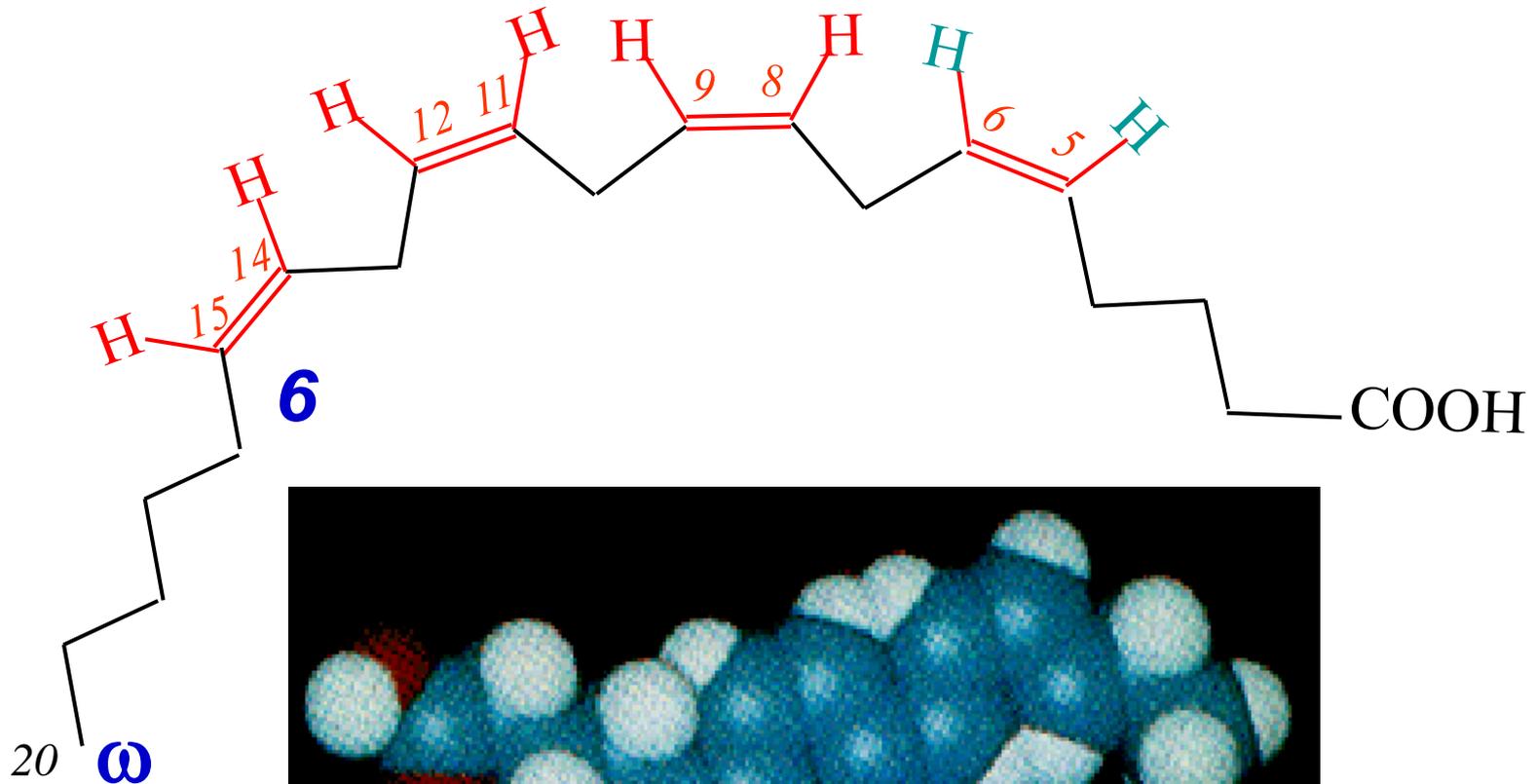
della serie n-6 (ω 6) (linoleico)

della serie n-3 (ω 3) (linolenico)



acido arachidonico (20:4, ω -6)

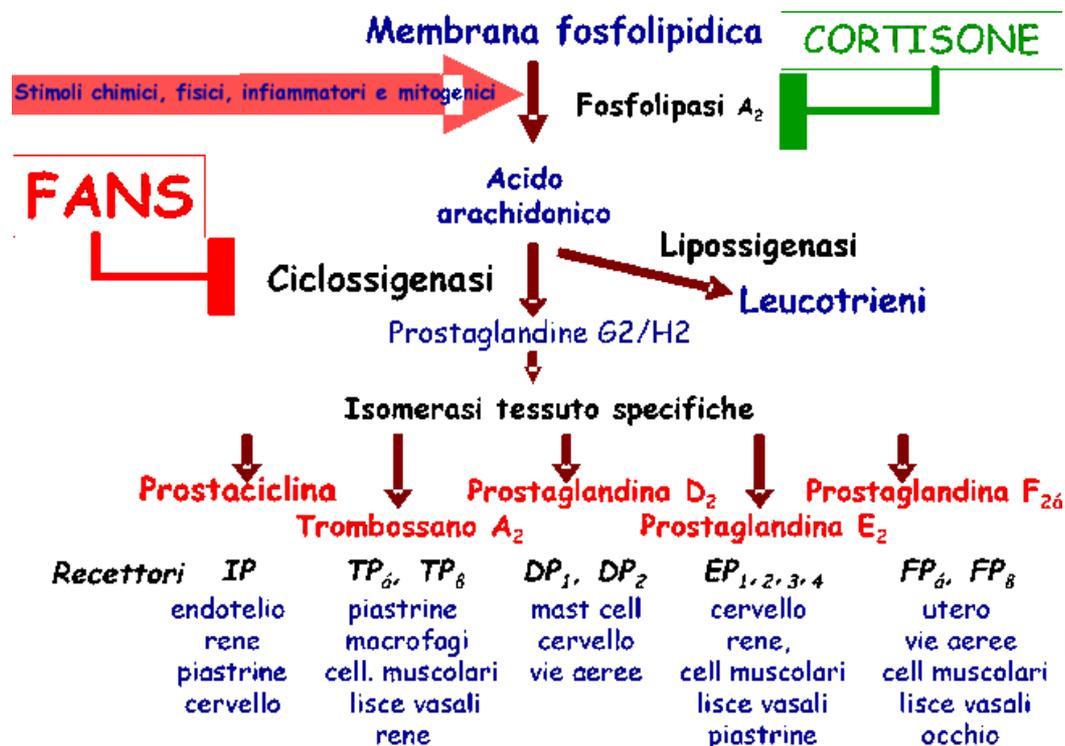
acido *tuttocis*- Δ 5,9,12,15-eicosatetraenoico



- **Acido arachidonico**

l'acido arachidonico è ampiamente diffuso in natura e può essere assunto attraverso gli alimenti - in particolare quelli animali (uova, pesce e carne) - o sintetizzato dall'organismo a partire dall'acido linoleico.

- La sintesi endogena è minoritaria, mentre il contributo dell'alimentazione è piuttosto elevato. Per tutti questi motivi l'acido arachidonico è considerato un grasso semiessenziale, indispensabile quando non vengono assunte quantità sufficienti di acido linoleico.
- Nell'organismo umano, le maggiori concentrazioni di acido arachidonico si registrano a livello dei tessuti muscolari e cerebrali.
- L'acido arachidonico è presente in buone quantità anche nel latte materno (più del doppio rispetto a quello vaccino) e non a caso viene considerato un nutriente importante per la buona crescita del feto e del neonato. In particolare si è dimostrato molto importante per promuovere lo sviluppo nervoso ed intellettuale del bambino (azione condivisa con gli acidi grassi omega-tre).
- Nel nostro organismo, l'acido arachidonico si concentra a livello dei fosfolipidi di membrana, cioè in quel doppio strato fosfolipidico



In presenza di un danno tissutale, enzimi appartenenti alla classe delle fosfolipasi A₂ (PLA₂) liberano l'acido arachidonico dai fosfolipidi di membrana (ove è stato esterificato). Dall'acido arachidonico si possono così ottenere due tipi molecolari diversi: la serie 2 delle PROSTAGLANDINE e dei TROMBOSSANI (dalla via ciclossigenasica) e la serie dei LEUCOTRIENI (dalla via lipossigenasica). La sintesi della serie 2 delle prostaglandine e dei trombossani a partire dall'acido arachidonico libero è mediata dall'enzima ciclossigenasi (COX1 e COX2). I farmaci corticosteroidi espletano la loro azione antinfiammatoria inibendo l'enzima fosfolipasi A₂ (PLA₂), mentre i farmaci antinfiammatori non steroidei (come l'aspirina o l'ibuprofene), inibiscono l'azione degli enzimi COX1 e/o COX2.

Principali acidi grassi poliinsaturi e loro distribuzione in natura

Numero di Atomi di C	Denominaz. Comune	Denominazione IUPAC	Notazione abbreviata	Fonti in natura
18	Linoleico	Cis,cis-9,12-octadecadienoico	C18:2	Oli vegetali, (oli di semi di girasole, mais ecc)
18	Linolenico	Cis,cis,cis-9,12,15-octadecatrienoico	C18:3	Oli vegetali, (oli di semi di soia, colza ecc)
18	γ -Linolenico	Cis,cis,cis,6-9,12,-octadecaesaenoico	C18:3	Oli di pesce, olio di semi di Borrago officinalis
18		octadecatetraenoico	C18:4	Oli di pesce
20		Cis,cis-13,16-eicosadienoico	C20:2	Oli di pesce, olio di semi di colza
20	Diomo- γ -Linolenico	Cis,cis-cis- " ω 6" 8,11-14-eicosatrienoico	C20:3	vegetali
20	Arachidonico	Cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico " ω 6"	C20:4	Oli di pesce
20	EPA	Cis cis cis,cis,cis-5,8,11,14-17 eicosapentaenoico " ω 3"	C20:3	Oli di pesce
25			C25:4	Oli di pesce
26			C26:5	Oli di pesce

OLIO

```
graph TD; A[OLIO] --> B[OLIO D'OLIVA]; A --> C[OLIO DI SEMI]; B --> D[RICCO DI MONOINSATURI]; C --> E[RICCHI DI POLIINSATURI omega 6]
```

OLIO D'OLIVA

OLIO DI SEMI

RICCO DI MONOINSATURI

RICCHI DI POLIINSATURI omega 6

Gli acidi grassi

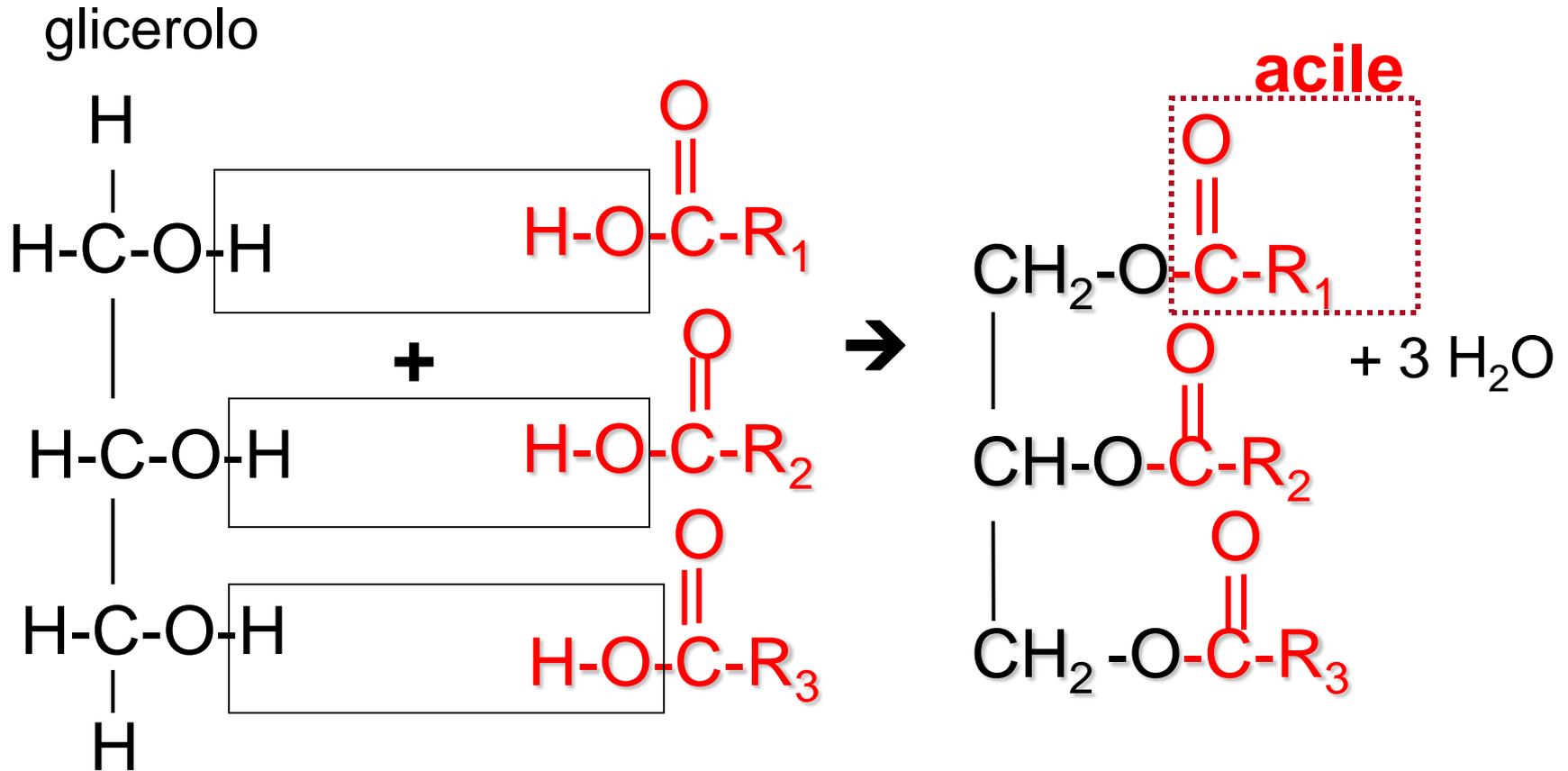
- Le sostanze lipidiche ricche di acidi grassi **saturi** sono **solide** a temperatura ambiente → “grassi”
- Le sostanze lipidiche ricche di acidi grassi **insaturi** o **polinsaturi** sono **liquide** a temperatura ambiente → “oli”

Infatti i lipídi di origine animale (contenuti abbondantemente in burro, strutto e sego e costituiti principalmente da acidi grassi saturi) sono solidi a temperatura ambiente. I grassi vegetali, invece, contengono acidi grassi insaturi e sono liquidi a temperatura ambiente, e sono detti oli.

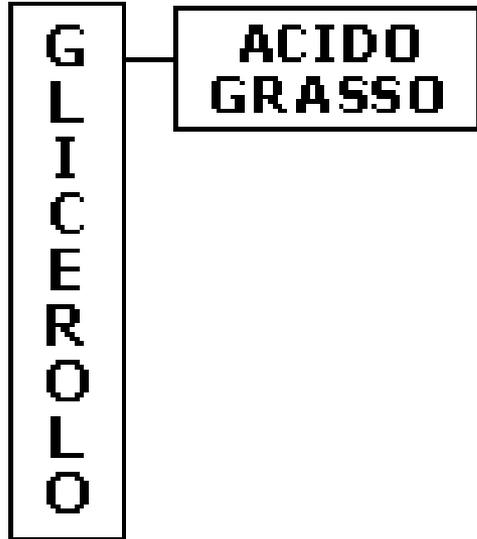
**Gli acidi grassi non si trovano liberi
ma in forma legata al glicerolo mediante
legame estere**

**Negli alimenti gli acidi grassi sono presenti
come triacilgliceroli (LIPIDI)**

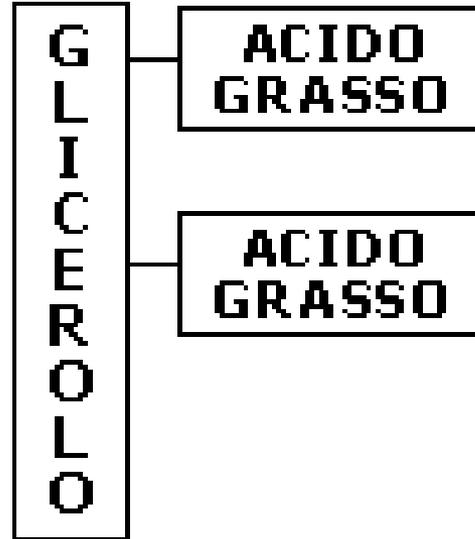
TRIACILGLICEROLI (detti anche TRIGLICERIDI)



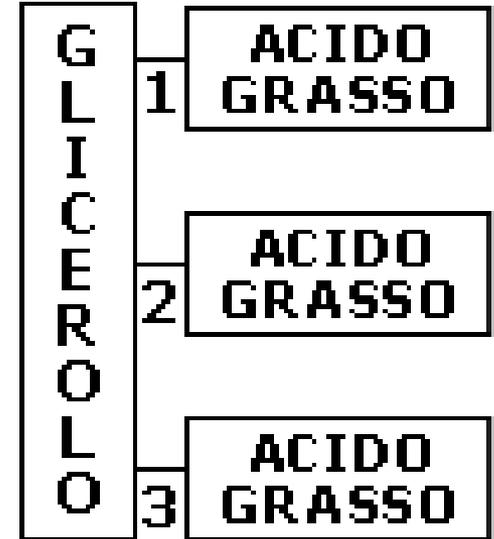
**sono composti neutri, completamente apolari,
insolubili in acqua**



Monogliceride



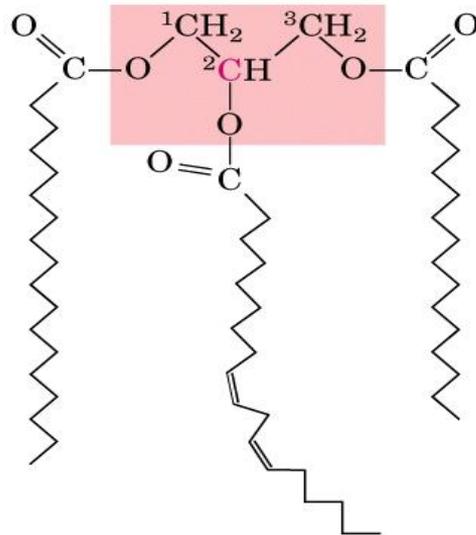
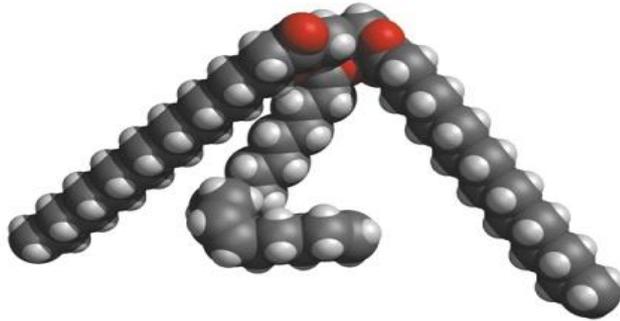
Digliceride



Trigliceride

In natura l'acido grasso in posizione 2 è quasi sempre insaturo, tranne che nello strutto e nel latte materno.

**In genere i tre acidi grassi sono diversi
con acido insaturo in posizione 2**



1-stearil, 2-linoleil, 3-palmitil glicerolo

I triacilgliceroli funzionano da

- **fonte energetica** costituiscono la maggior parte dei lipidi assunti con la dieta
- **riserva di energia (tessuto adiposo)**



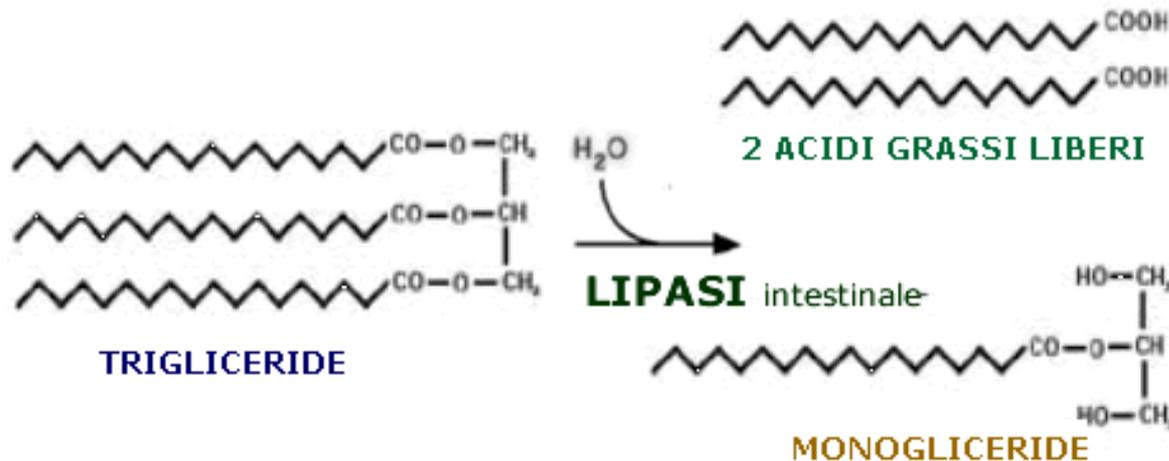
Produzione di calore

Grasso bruno

Isolamento termico

Grasso sottocutaneo

- Le caratteristiche nutrizionali dei **lipidi** dipendono dal contenuto di acidi grassi.
- Infatti l'idrolisi dei lipidi avviene immediatamente dopo la loro assunzione, per azione delle lipasi.



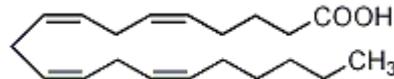
Proprietà biologiche

- **Gli acidi grassi saturi** hanno due caratteristiche negative: tendono a depositarsi con più facilità sulle **pareti delle arterie** e tendono ad innalzare il **livello di colesterolo** nel sangue.
- Gli **acidi grassi polinsaturi**, se ben conservati ovvero se non hanno subito ossidazione a causa di una conservazione o a una preparazione errata, tendono ad **abbassare il livello di colesterolo** nel sangue e a **fluidificare** lo stesso. Di contro, un consumo eccessivo di grassi polinsaturi è associato a immunosoppressione e a insorgenza di neoplasie.

•E' importante scegliere quali lipidi introdurre con la dieta. Bisogna infatti limitare l'assunzione di lipidi di origine animale in quanto essi sono ricchi di acidi grassi saturi e di colesterolo. Questi grassi favoriscono patologie anche gravi, come l'ipertensione, l'arteriosclerosi e problemi cardiaci.

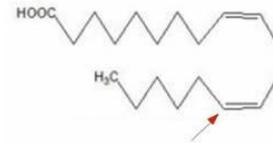


**GRASSI:
OMEGA-3
OMEGA-6**



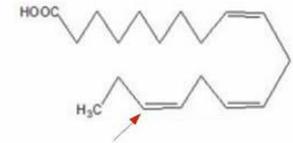
GLI ACIDI GRASSI ESSENZIALI

Acido Linoleico



SERIE OMEGA-6
(primo doppio legame a livello del 6° carbonio)

Acido Linolenico



SERIE OMEGA-3
(primo doppio legame a livello del 3° carbonio)

- Usando, invece, lipidi di origine vegetale (l'olio di oliva, in primo luogo), ricchi di acidi grassi insaturi, si assicura una prevenzione contro questi tipi di disturbi. Nell'olio di oliva sono presenti due acidi grassi fondamentali per il nostro organismo:
- l'acido linoleico e l'acido linolenico. La loro mancanza provoca rallentamenti nella crescita e modificazioni di alcuni organi. Un altro acido grasso fondamentale, l'acido arachidonico, è presente soprattutto nei pesci.

- I grassi possono essere solidi a temperatura ambiente, ed in tal caso vengono denominati "grassi concreti" o più semplicemente "grassi", oppure possono essere liquidi, ed in tal caso vengono denominati "oli".

La loro presenza nella dieta può essere evidente quando siano utilizzati come condimenti, ma può anche non venir riconosciuta quando entrino a far parte integrante della struttura di un alimento come la carne, i formaggi, la frutta secca, ecc. Nel secondo caso si parla perciò di grassi "**invisibili**". L'apporto dei grassi invisibili non deve essere sottovalutato poichè costituisce dal 33 al 66 % della quota lipidica totale assunta con l'alimentazione.

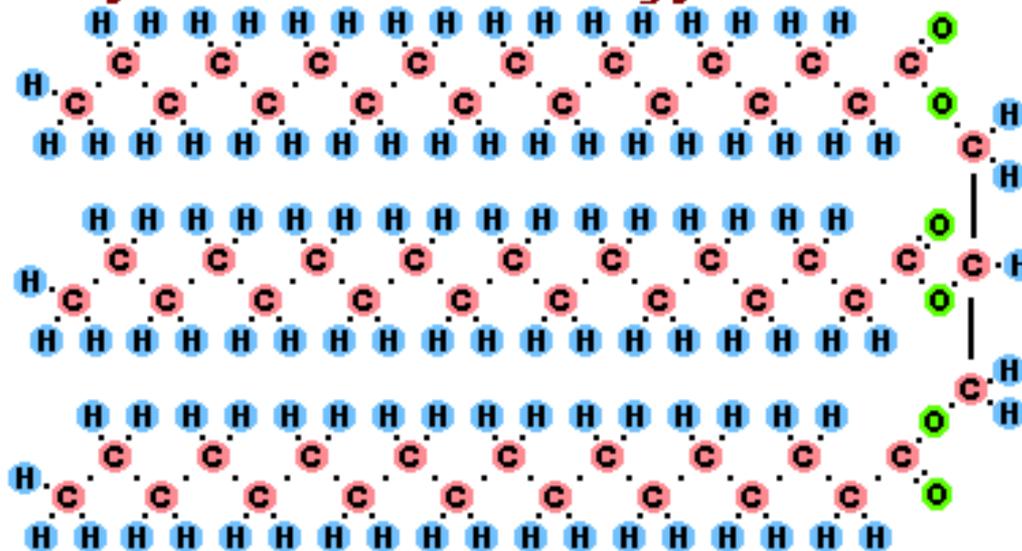
I trigliceridi possono formare saponi

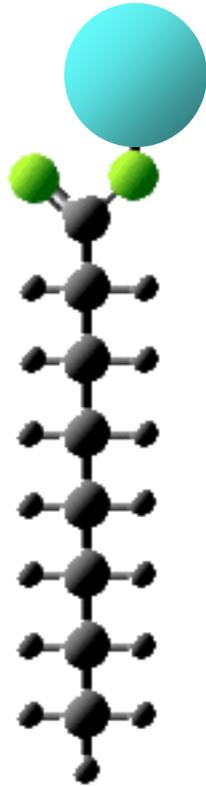
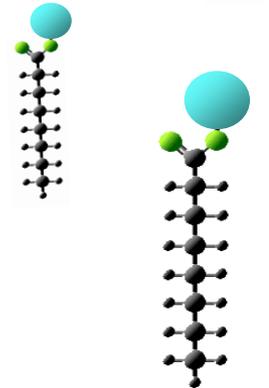
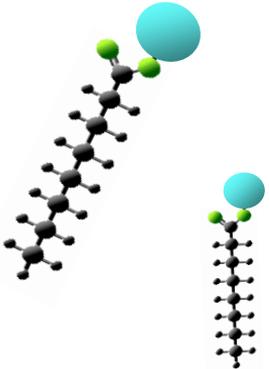
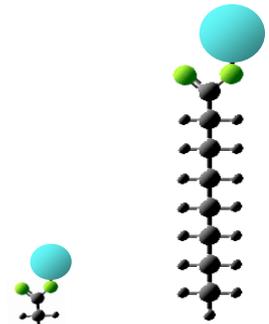
Saponificazione

La saponificazione è un processo di idrolisi alcalina dei trigliceridi che porta ad una miscela detta “sapone”

Triglyceride

A molecule of fat or oil. It consists of 3 free-swinging fatty acid molecules hooked to a glycerol backbone.





→ Parte idrofila

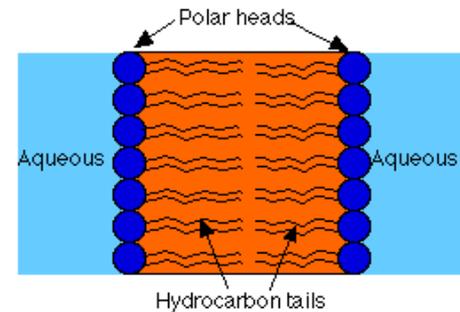
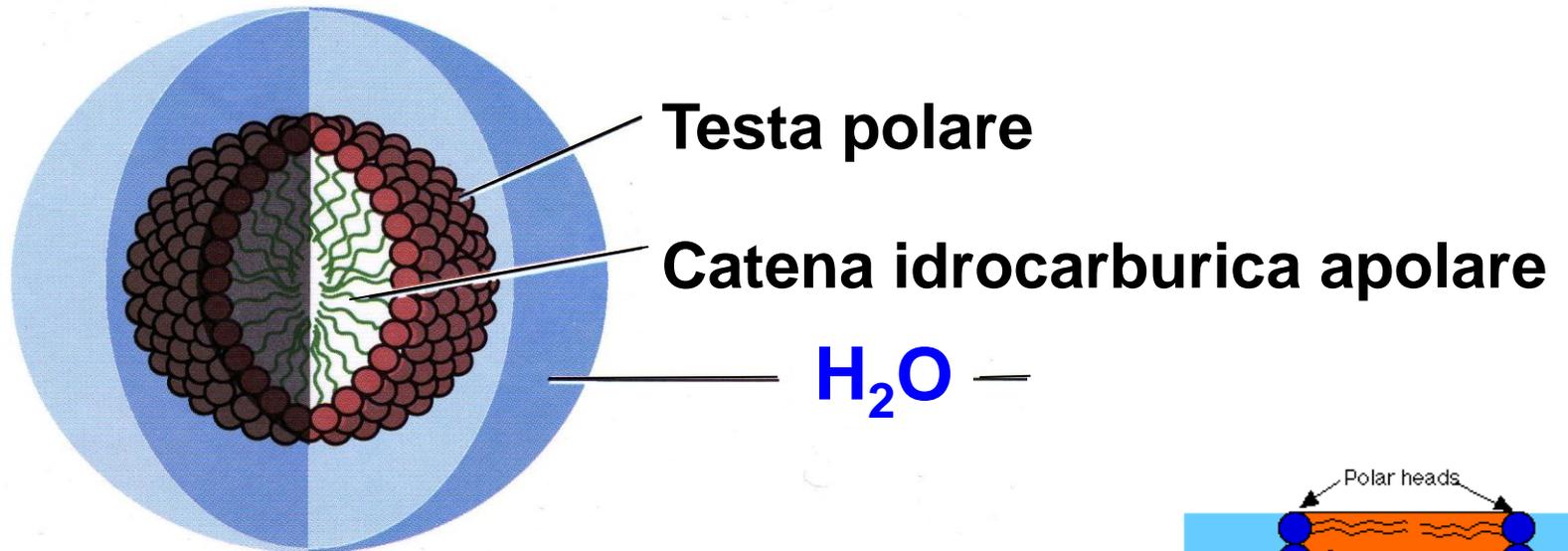
Parte idrofoba

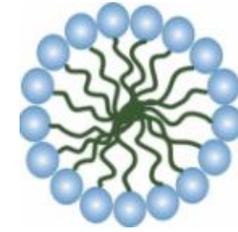
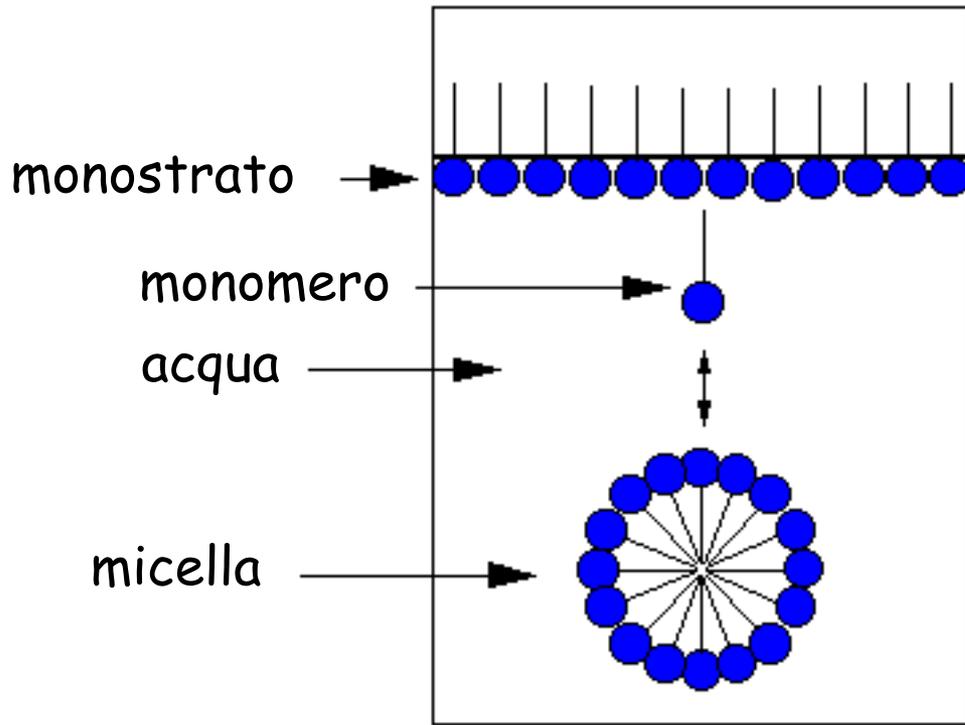
Monomero
anfipatico

Sono sostanze **ANFIPATICHE**

In acqua formano monostrato, denominato

MICELLA





Proprietà dei saponi:
 formazione di micelle,
 emulsione dello sporco.

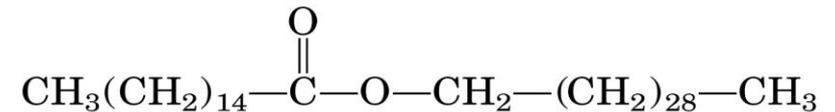


CERE

Acido grasso a lunga catena esterificato ad un alcool a lunga catena

totalmente idrofobiche: funzione idrorepellente di protezione

Buccia della frutta, foglie, insetti, penne uccelli



palmitato di miricile

Reattività chimica degli acidi grassi

- SATURI



POCO REATTIVI

INSATURI



MOLTO REATTIVI

REATTIVITÀ CHIMICA DEGLI ACIDI GRASSI INSATURI

❖ idrogenazione

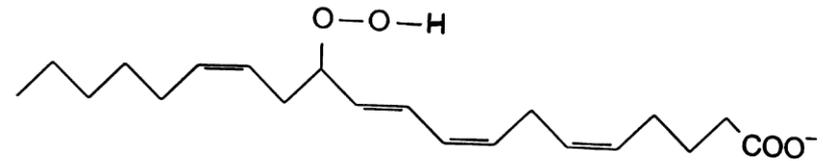
A livello commerciale viene usata per produrre grassi di maggiore consistenza da grassi vegetali insaturi



❖ (auto)ossidazione

favorita da luce ed aria

inibita da antiossidanti (vit E)



perossido: formato per l'attacco dell'ossigeno alla posizione allilica, più prona a generare radicali

conseguente formazione di aldeidi ed acidi grassi volatili (**rancidità**)

Nell'organismo: ossidazione di membrane cellulari e lipoproteine

Reattività dei lipidi vegetali

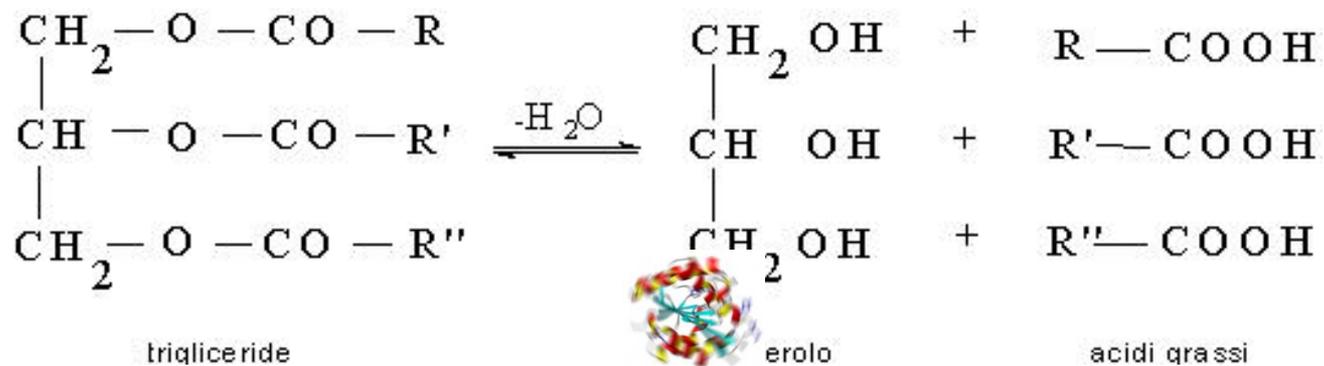
- A causa della predominanza **di acidi grassi insaturi**, i lipidi di origine vegetale risultano più reattivi rispetto a quelli di origine animale caratterizzati da un più elevato contenuto di acidi grassi saturi.
- Queste sostanze non vanno incontro a modificazioni di rilievo finché rimangono racchiuse, 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.

REAZIONI DEI LIPIDI VEGETALI

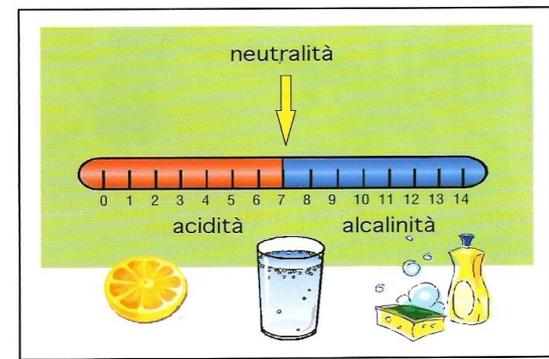
- Le reazioni dei lipidi vegetali durante **l'immagazzinamento e la trasformazione** possono essere suddivise in *reazioni enzimatiche* e *reazioni non enzimatiche*.
- **Le reazioni enzimatiche operate da enzimi esogeni ed endogeni** sono coinvolte nei processi di idrolisi, ossidazione ed isomerizzazione dei trigliceridi e degli acidi grassi.
- **Le reazioni non enzimatiche** sono limitate alla via ossidativa (autossidazione) ed alla isomerizzazione.

IDROLISI ENZIMATICA DEI LIPIDI

- Gli enzimi responsabili del fenomeno idrolitico a carico dei lipidi sono la **lipasi** ed in minor misura la **fosfolipasi**, la **glicolipasi** e l'**esterasi**.
- *Azione degli enzimi lipolitici*
- In condizioni di **umidità**, **temperatura** e **pH** favorevoli, gli enzimi lipolitici si attivano ed idrolizzano, attraverso una reazione di transesterificazione, i trigliceridi in acidi grassi liberi, saturi ed insaturi;



Si può verificare durante il normale ciclo di lavorazione delle olive e dei semi. Durante questi processi è necessario controllare accuratamente **umidità**, **temperatura** e **pH**.



- **Le reazioni catalizzate da questi enzimi comportano, come già accennato, la liberazione di acidi grassi liberi e sono pertanto responsabili dell'incremento dell'acidità che viene frequentemente registrato,**

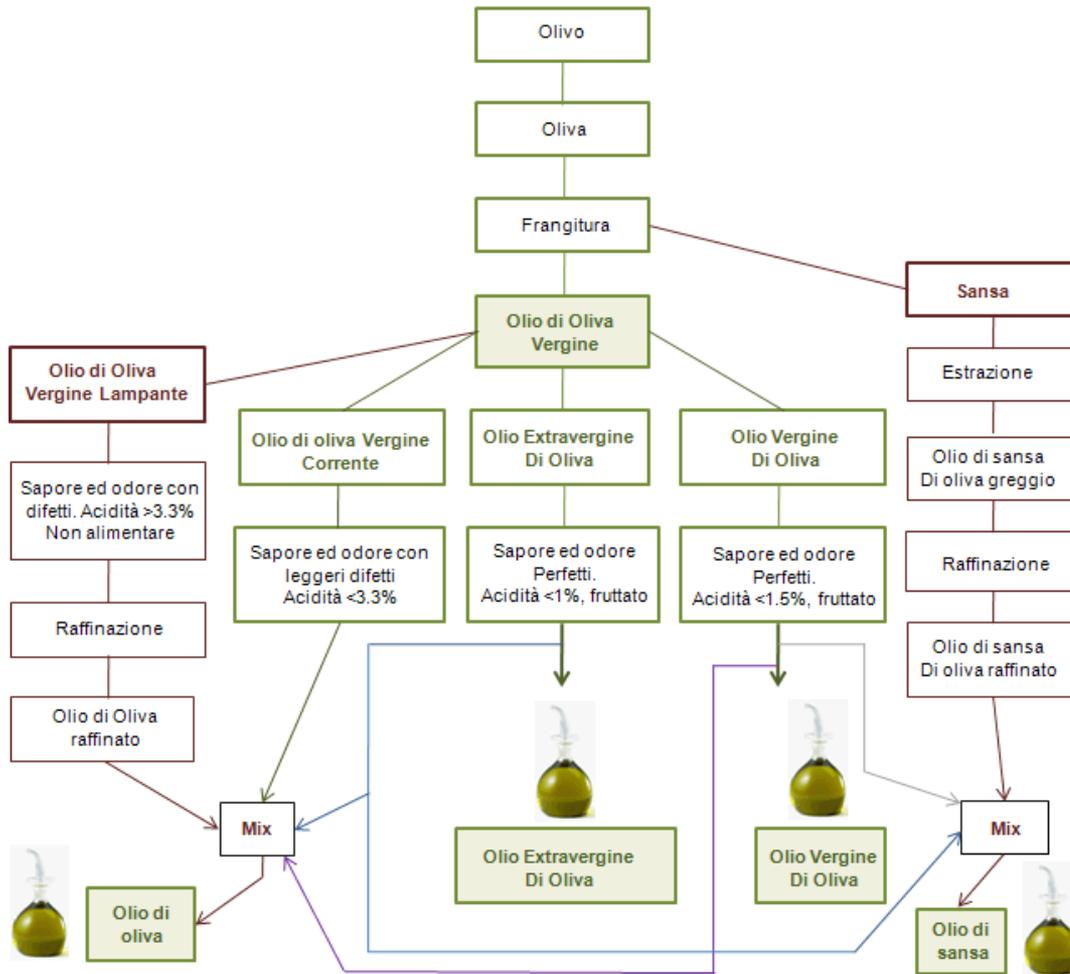


**durante lo stoccaggio,
negli oli estratti dai
semi dell' oleaginose**



**a seguito della movimentazione
meccanica dei semi e dell'azione
lesiva provocata dagli insetti.**

ACIDITA' dell'olio



Classificazione degli oli di oliva

Olio extravergine di oliva
acidità non superiore
allo 0,8%

Olio di oliva vergine
acidità non superiore
allo al 2%

olio di oliva vergine lampante
acidità superiore al 2%

Olio di oliva ottenuto dalla
miscela di olio di oliva raffinato e
olio di oliva vergine, diverso dal
lampante, con acidità non
superiore al 2%

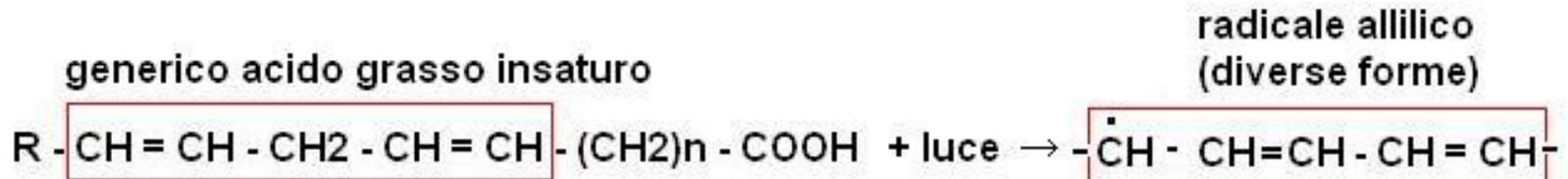
Olio di sansa di oliva
ottenuto dalla miscela
di olio di sansa di oliva raffinato
e olio di oliva vergine, diverso
dal lampante, con acidità non
superiore al 1%

Reazioni non enzimatiche

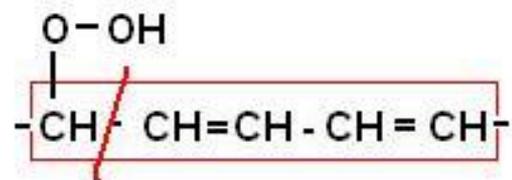
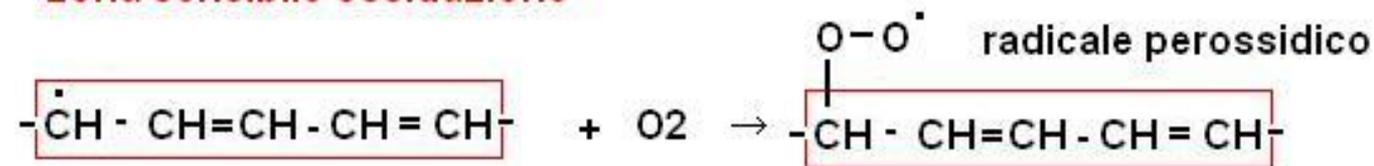
Autossidazione lipidica

(irrancidimento)

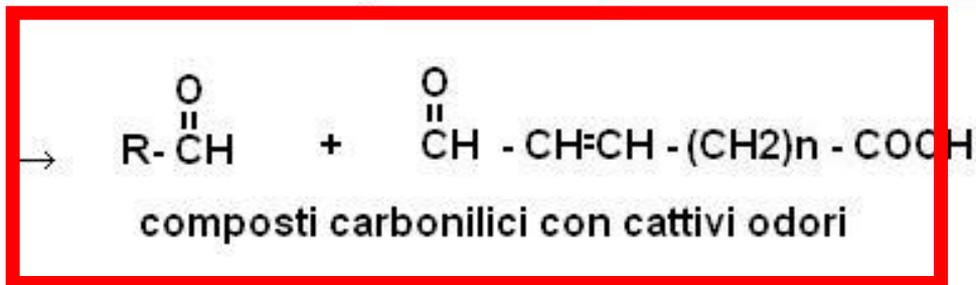
- La catena di reazioni tra ossigeno e lipidi chiamata cumulativamente col nome di **ossidazione lipidica** riveste un ruolo chiave nell'alimentazione.
-
- **Essa rappresenta infatti la causa principale del deterioramento di aroma, gusto, aspetto e addirittura consistenza degli oli, nonché del decadimento di qualità e sicurezza nutrizionali.**
- Le reazioni ossidative vengono descritte solitamente focalizzando l'attenzione sui cibi ricchi di lipidi. Queste tuttavia 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.



zona sensibile ossidazione



rottura perossido
diverse possibilità

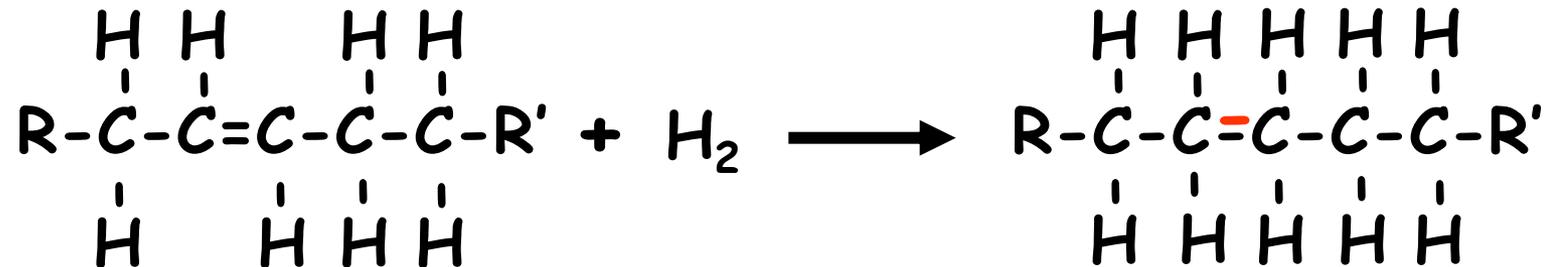


I substrati maggiormente interessati dall'irrancidimento ossidativo sono quelli contenenti un'alta percentuale di acidi grassi insaturi; questo fenomeno riguarda non solo i prodotti agroalimentari ma anche i cosmetici e i sistemi biologici. Oltre ad alterare il sapore e la qualità nutrizionale delle derrate alimentari l'ossidazione dei lipidi può portare alla formazione di composti tossici per la salute del consumatore e causare alcune patologie quali l'arteriosclerosi e altre malattie a sfondo degenerativo come l'Alzheimer, il cancro, le infiammazioni, l'invecchiamento (M. Laguerre et al., 2007).

Gli aspetti macroscopici dell'autossidazione si manifestano con fenomeni di aumento della viscosità dell'olio, sino a formare per alcuni oli detti "siccativi" (lino, tung, oiticica) film permanenti; ciò avviene con sviluppo di calore che può giungere fino all'autocombustione. Successivamente, a più lunga scadenza, si sviluppano i tipici odori di rancido (P. Capella et al., 1997).

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



IDROGENAZIONE degli acidi
grassi polinsaturi ha come
conseguenze

totale

parziale

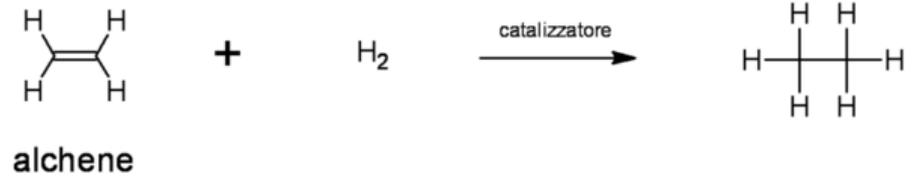
Acidi grassi saturi

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%



OLIO VEGETALE e IDROGENAZIONE

- Gli acidi grassi polinsaturi, contenuti negli oli di origine vegetale, sono particolarmente instabili, e quindi vanno incontro rapidamente ad ossidazione e irrancidimento.



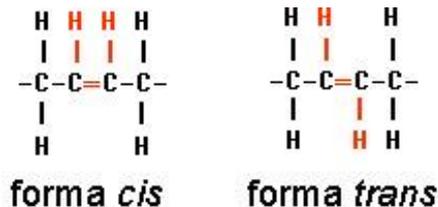
IDROGENAZIONE



L'acido grasso diventa "meno insaturo", e quindi meno soggetto a irrancidimento, cosa molto gradita alle industrie alimentari che possono allungare di molto la vita dei prodotti.

Idrogenazione

Durante questo processo avvengono trasformazioni stereochemiche e spostamenti di doppi legami che in natura non esistono o sono molto raramente presenti. **Il risultato è industrialmente soddisfacente, poiché si produce un grasso vegetale a buon mercato. Dal punto di vista medico è invece discutibile: l'organismo umano non dispone delle strutture enzimatiche necessarie a regolare la trasformazione metabolica di queste molecole.**



- **Gli acidi grassi trans possono essere nocivi**
- Il doppio legame in conformazione trans conserva alla molecola una struttura lineare, molto più facilmente “impacchettabile”, quindi solida a temperature più elevate e in grado di irrigidire le membrane in cui essa è incorporata.

Perché i grassi trans fanno male

Lo studio di Mensink e Katan del 1990 [v. bibliografia] mostra che i grassi trans aumentano il livello del colesterolo LDL diminuendo quello del colesterolo HDL.

EFFETTI AVVERSI DEGLI ACIDI GRASSI TRANS

Riducono	Inibiscono	Aumentano
Incorporazione di altri acidi grassi nelle membrane cellulari	Incorporazione di altri acidi grassi nelle membrane cellulari	Lipoproteine a bassa densità (LDL)
Lipoproteine ad alta densità (HDL)	Delta-6 desaturasi con interferenza di	Aggregazione piastrinica
Peso alla nascita nell'uomo per il passaggio attraverso la placenta	l'allungamento e desaturazione degli acidi grassi essenziali	Lipoproteina (a) [Lp (a)]
Riduzione del testosterone sierico almeno nei ratti maschi		Peso corporeo
		Proteina di trasferimento del colesterolo (CTP)
		Morfologia anormale dello sperma almeno nei ratti maschi

Fonte: Artemis P. Simopoulos, Exp Biol Med June 2008 vol. 233 no. 6 674-688