

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TERAMO
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN MEDICINA VETERINARIA

CORSO INTEGRATO: FISICA, CHIMICA
E PROPEDEUTICA BIOCHIMICA (10 CFU)

MODULI:
ELEMENTI DI CHIMICA E MOLECOLE
BIOLOGICHE (3 CFU)
BIOLOGIA MOLECOLARE (3 CFU)

Roberto Giacomini Stuffer

IL MODULO "ELEMENTI DI CHIMICA E MOLECOLE BIOLOGICHE" COMPRENDE:

- 1) IL LEGAME CHIMICO
- 2) LA IONIZZAZIONE DELL'ACQUA, GLI ACIDI E LE BASI
- 3) GLI IDROCARBURI E I GRUPPI FUNZIONALI
- 4) I LIPIDI
- 5) I CARBOIDRATI
- 6) GLI AMMINOACIDI E LE PROTEINE
- 7) LE PROTEINE DEL CONNETTIVO
- 8) LA MIOGLOBINA E L'EMOGLOBINA

IL MODULO "BIOLOGIA MOLECOLARE" COMPRENDE:

9) LE MEMBRANE BIOLOGICHE

10) LA BIOLOGIA MOLECOLARE DEI PROCARIOTI (A)

11) LA BIOLOGIA MOLECOLARE DEI PROCARIOTI (B)

12) LA BIOLOGIA MOLECOLARE DEGLI EUCARIOTI

13) LA TECNOLOGIA DEL DNA RICOMBINANTE

MODULO
"ELEMENTI DI CHIMICA E MOLECOLE
BIOLOGICHE" (3 CFU)

VET.
MODULO "ELEMENTI DI CHIMICA E MOLECOLE BIOLOGICHE"

I LIPIDI

Roberto Giacomini Stuffer

I LIPIDI

La parola **lipide** deriva dal greco "**lipos**" (grasso),

essi sono costituenti delle piante e degli animali;

i lipidi biologici sono un gruppo eterogeneo di composti, la cui proprietà comune più importante è **l'insolubilità** in acqua,

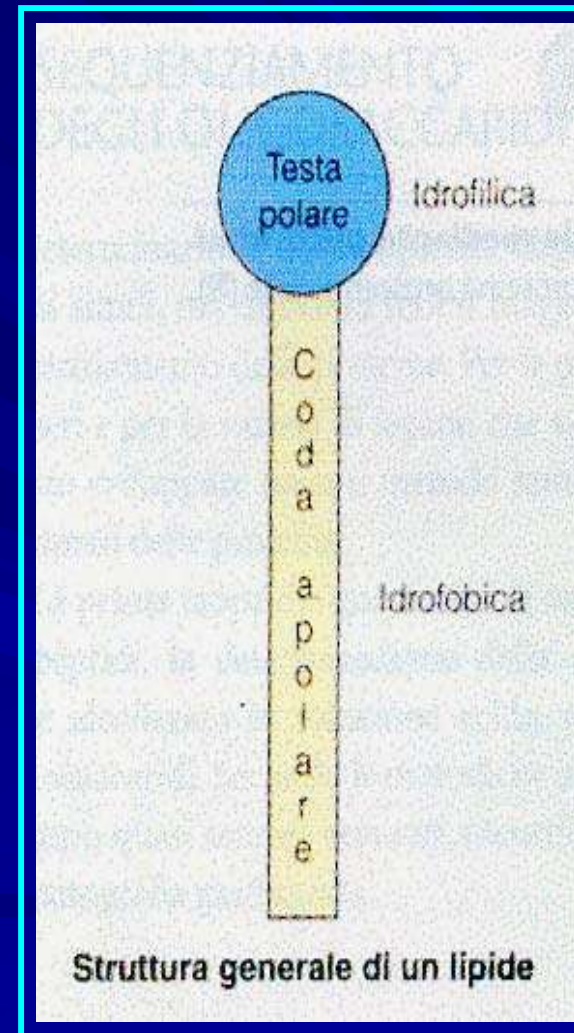
sono largamente o totalmente non polari.

LA STRUTTURA MOLECOLARE E LE PROPRIETÀ DEI LIPIDI

I lipidi sono molecole **anfipatiche**, costituite da una testa idrofilica polare e da una coda idrofobica apolare,

essi hanno forte tendenza ad associarsi mediante interazioni non covalenti, in ambiente acquoso;

questi legami coinvolgono le code apolari (interazioni di **van der Waals**).

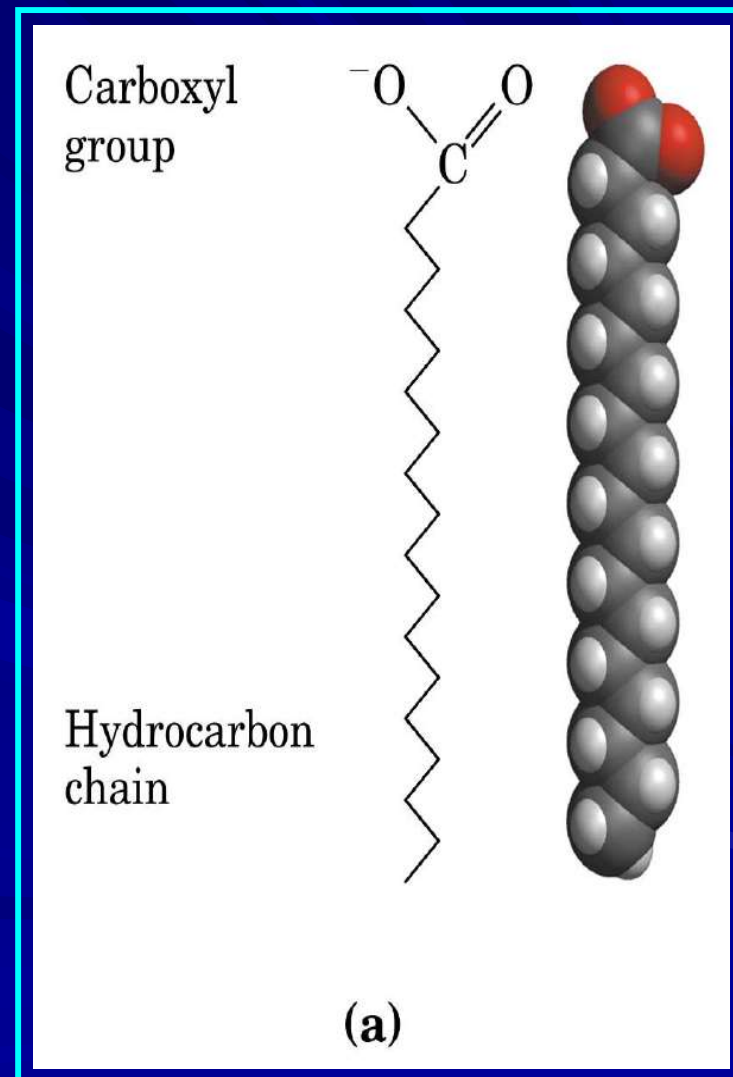


LA STRUTTURA MOLECOLARE E LE PROPRIETÀ DEI LIPIDI

La **testa polare** è costituita da gruppi idrofilici $-OH$ e $-COOH$ e ha una forte tendenza ad interagire con l'acqua formando legami idrogeno,

la **coda apolare** è costituita da un gruppo alchilico idrofobico del tipo $CH_3(CH_2)_n$.

All'aumentare della lunghezza della catena idrocarboniosa, diminuisce il contributo relativo del gruppo funzionale alle proprietà fisiche della molecola e minore è la solubilità in acqua del composto.



LE FUNZIONI DEI LIPIDI

I lipidi sono un gruppo eterogeneo di molecole con funzioni differenziate;

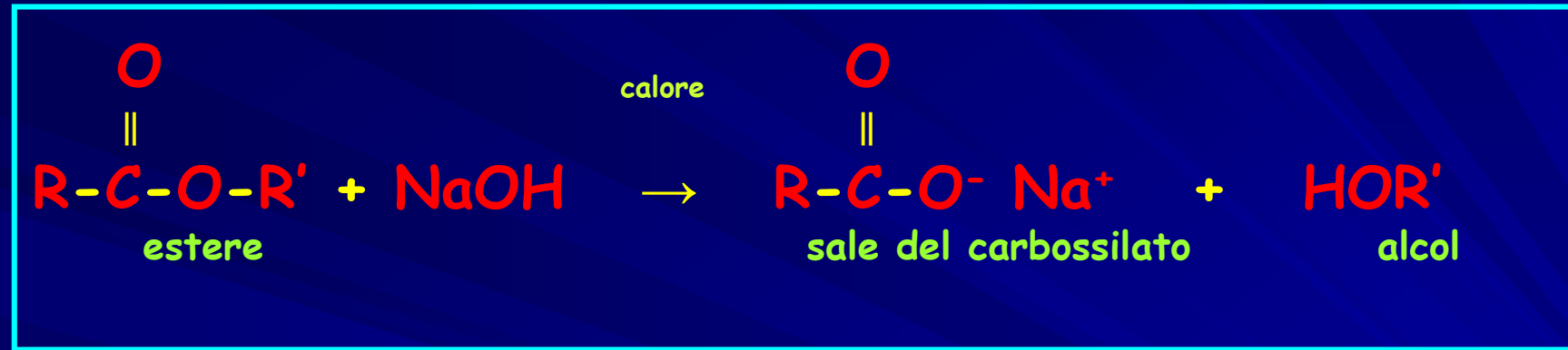
grassi ed oli: deposito ed utilizzazione di energia,

fosfolipidi, glicolipidi e steroli: elementi strutturali delle membrane,

altri lipidi: ormoni, cofattori, agenti emulsionanti, molecole con funzione protettiva, ecc...

LA CLASSIFICAZIONE DEI LIPIDI

I LIPIDI SAPONIFICABILI



Sono idrolizzati da basi e formano sali di acidi carbossilici ed un alcol, es. trigliceridi, sfingolipidi, fosfolipidi.

I LIPIDI NON SAPONIFICABILI

Non sono idrolizzati da basi, perché non contengono acidi grassi, es. steroidi, prostaglandine.

GLI ACIDI GRASSI

Gli acidi grassi rappresentano i lipidi più semplici (da 10 a 24 C).

Sono i costituenti di molte strutture lipidiche complesse, possono essere saturi ed insaturi.

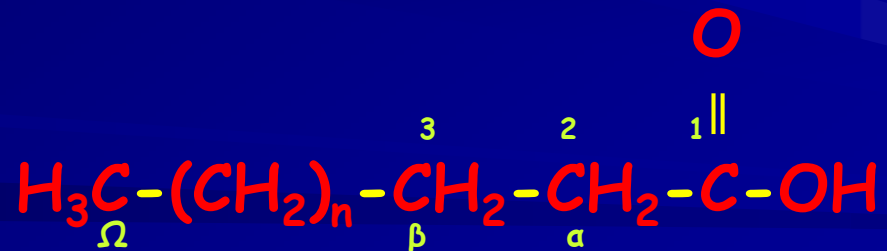
LA NOMENCLATURA

Gli acidi grassi hanno:

- 1) un nome comune
- 2) un nome sistematico

che si forma dal nome dell'idrocarburo da cui deriva sostituendo la -o finale con la desinenza **-oico**, premettendo **acido**,

gli acidi grassi sono numerati a partire dal carbonio contenente il gruppo carbossilico.



LA NOMENCLATURA

Per indicare la struttura degli acidi grassi esiste un sistema di abbreviazioni,

esempi:

acido octadecanoico **18 : 0**

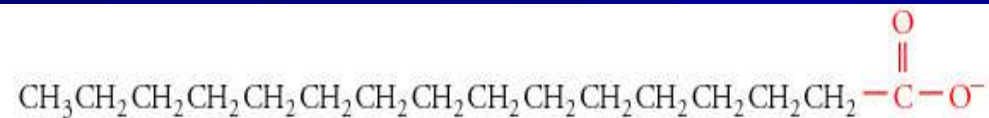
acido octadecantriеноico **18 : 3 cis $\Delta^{9,12,15}$**

dove

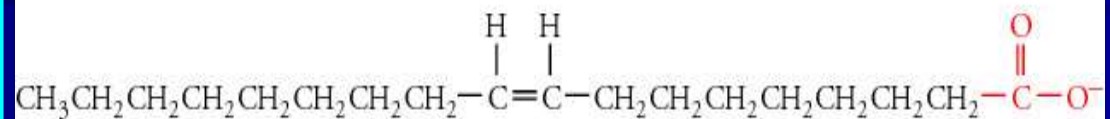
18 indica il numero complessivo di atomi di carbonio,

0 e 3 indicano il numero di doppi legami,

$\Delta^{9,12,15}$ indica la posizione dei doppi legami.



Palmitato ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO}^-$)



Oleato ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}^-$)

GLI A. CARBOSSILICI PRESENTI NEI LIPIDI SAPONIFICABILI SONO DETTI "ACIDI GRASSI" (DA 10 A 24 C.)

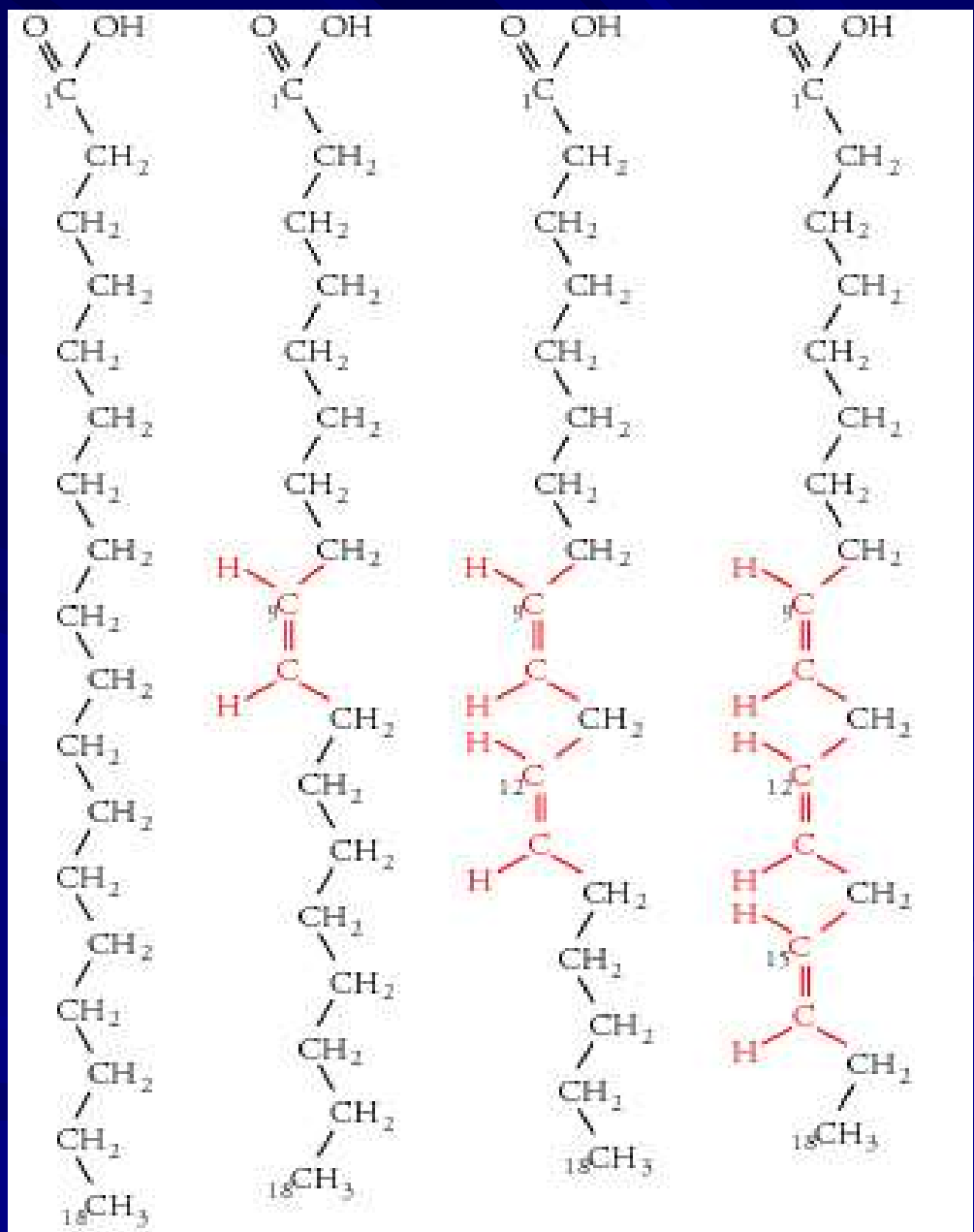
Numero di atomi di carbonio e di doppi legami	Nome comune	Struttura
Acidi grassi saturi		
10:0	Acido caprilico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
12:0	Acido laurico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
14:0	Acido miristico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
16:0	Acido palmitico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
18:0	Acido stearico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
20:0	Acido arachidico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
Acidi grassi insaturi		
16:1	Acido palmitoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{(CH}_2)_7\text{COOH}$
18:1	Acido oleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{(CH}_2)_7\text{COOH}$
18:2	Acido linoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{(CH}_2)_7\text{COOH}$
18:3	Acido linolenico	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{(CH}_2)_7\text{COOH}$

AC. ESADECENOICO

AC. OTTADECENOICO

AC. OTTADECADIENOICO

AC. OTTADECATRIENOICO



Acido stearico

Acido oleico

Acido linoleico

Acido α-linolenico

ALCUNI ACIDI GRASSI PRESENTI IN NATURA

Nome comune	Nome sistematico	Abbreviazione	Struttura	Punto di fusione (°C)
Acidi grassi saturi				
Caprico	<i>n</i> -Decanoico	10:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	31.6
Laurico	<i>n</i> -Dodecanoico	12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44.2
Miristico	<i>n</i> -Tetradecanoico	14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	53.9
Palmitico	<i>n</i> -Esadecanoico	16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63.1
Stearico	<i>n</i> -Octadecanoico	18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69.6
Arachidico	<i>n</i> -Eicosanoico	20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76.5
Beenico	<i>n</i> -Docosanoico	22:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	81.5
Lignoceric	<i>n</i> -Tetracosanoico	24:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	86.0
Cerotico	<i>n</i> -Esacosanoico	26:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$	88.5
Acidi grassi insaturi				
Palmitoleico	<i>cis</i> -9-Esadecenoico	16:1cΔ9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	0
Oleico	<i>cis</i> -9-Octadecenoico	18:1cΔ9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	16
Linoleico	<i>cis,cis</i> -9,12-Octadecadienoico	18:2cΔ9,12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	5
Linolenico	tutti- <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoico	18:3cΔ9,12,15	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-11
Arachidonico	tutti- <i>cis</i> -5,8,11,14-Eicosatetraenoico	20:4cΔ5,8,11,14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	-50
Acidi grassi ramificati e ciclici				
Tubercolostearico	<i>l</i> -D-10-Metiloctadecanoico		$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}\text{H}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	13.2
Lattobacillico	ω-(2- <i>n</i> -Octilciclopropil)-octanoico		$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}-\underset{\text{CH}_2}{\text{C}}\text{H}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$	29

ALCUNI ACIDI GRASSI PRESENTI IN NATURA

table 11-1

Some Naturally Occurring Fatty Acids

Carbon skeleton	Structure*	Systematic name [†]	Common name (derivation)	Melting point (°C)	Solubility at 30 °C (mg/g solvent)	
					Water	Benzene
12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	<i>n</i> -Dodecanoic acid	Lauric acid (Latin <i>laurus</i> , "laurel plant")	44.2	0.063	2,600
14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	<i>n</i> -Tetradecanoic acid	Myristic acid (Latin <i>Myristica</i> , nutmeg genus)	53.9	0.024	874
16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	<i>n</i> -Hexadecanoic acid	Palmitic acid (Latin <i>palma</i> , "palm tree")	63.1	0.0083	348
18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	<i>n</i> -Octadecanoic acid	Stearic acid (Greek <i>stear</i> , "hard fat")	69.6	0.0034	124
20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	<i>n</i> -Eicosanoic acid	Arachidic acid (Latin <i>Arachis</i> , legume genus)	76.5		
24:0	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH	<i>n</i> -Tetracosanoic acid	Lignoceric acid (Latin <i>lignum</i> , "wood" + <i>cera</i> , "wax")	86.0		
16:1(Δ ⁹)	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -9-Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	-0.5		
18:1(Δ ⁹)	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -9-Octadecenoic acid	Oleic acid (Latin <i>oleum</i> , "oil")	13.4		
18:2(Δ ^{9,12})	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid (Greek <i>linon</i> , "flax")	-5		
18:3(Δ ^{9,12,15})	CH ₃ CH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic acid	α-Linolenic acid	-11		
20:4(Δ ^{5,8,11,14})	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₃ COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -5,8,11,14-Icosatetraenoic acid	Arachidonic acid	-49.5		

*All acids are shown in their nonionized form. At pH 7, all free fatty acids have an ionized carboxylate. Note that numbering of carbon atoms begins at the carboxyl carbon.

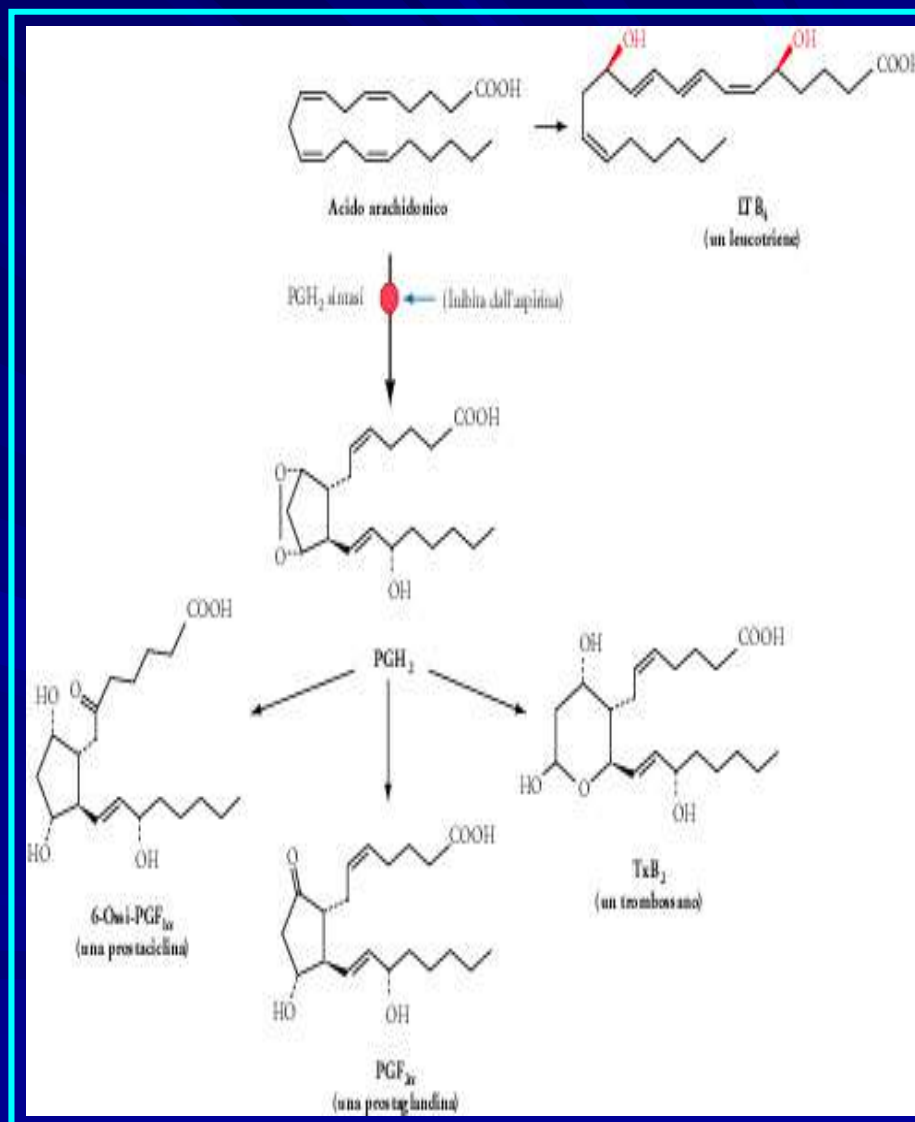
[†]The prefix *n*- indicates the "normal" unbranched structure. For instance, "dodecanoic" simply indicates 12 carbon atoms, which could be arranged in a variety of branched forms; "*n*-dodecanoic" specifies the linear, unbranched form. For unsaturated fatty acids, the configuration of each double bond is indicated; in biological fatty acids the configuration is almost always *cis*.

GLI EICOSANOIDI

Sono precursori di alcuni ormoni locali.

Il loro precursore è l'**ac. arachidonico (20:4)**, da esso si formano: le prostaglandine, i leucotrieni, i trombossani, le prostacicline.

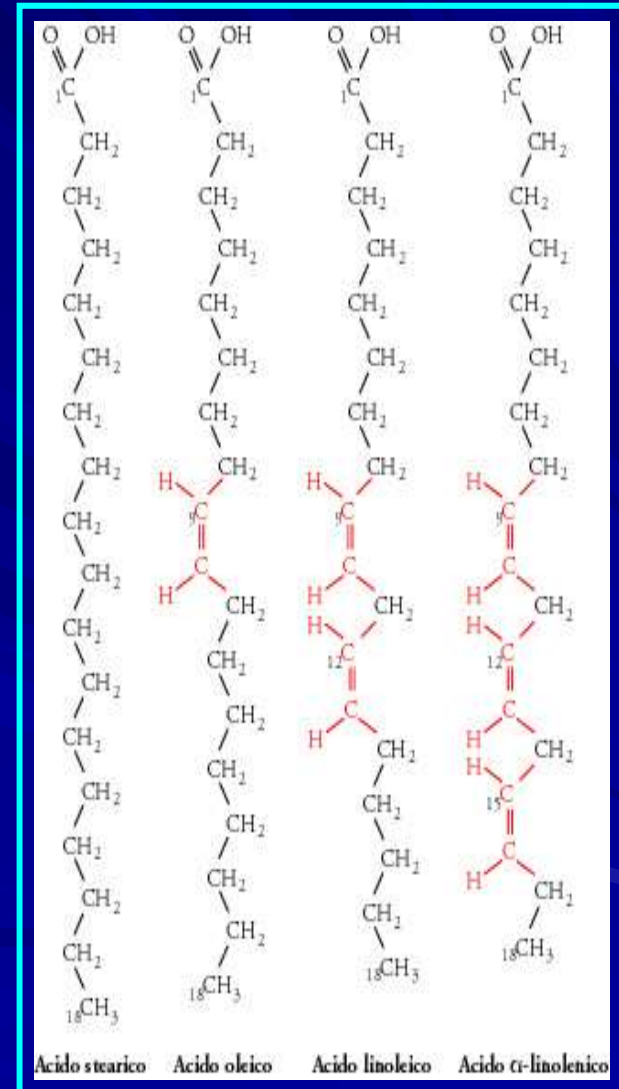
Intervengono nella riparazione dei tessuti, nell'infiammazione, nella regolazione della trasmissione nervosa, ecc.



LE PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE DEGLI ACIDI GRASSI

Il pK_a del gruppo carbossilico è compreso tra 4 e 5.

La temperatura di fusione aumenta con l'aumentare della lunghezza della catena idrocarburica e diminuisce con il crescere del suo grado di insaturazione.

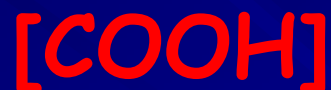


La RELAZIONE TRA pKa e pH

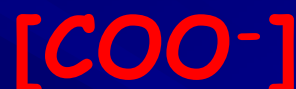
$$pK_a = pH$$



$$pK_a > pH$$



$$pK_a < pH$$



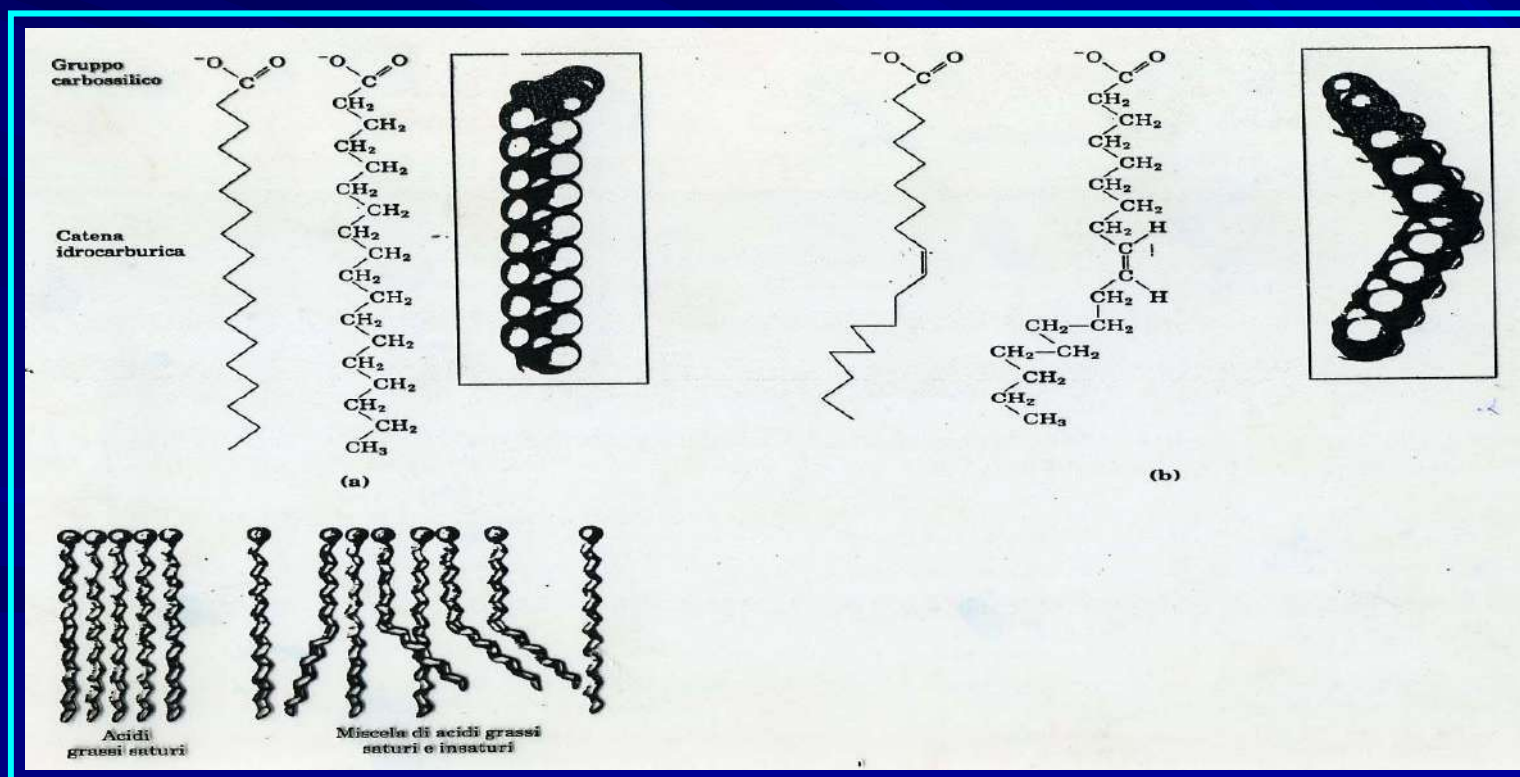
Il pKa indica la forza di un acido, cioè la tendenza che esso ha a cedere il protone, minore è il pKa, più forte è l'acido, perché tende a cedere il protone ad un pH più acido;



LE PROPRIETÀ FISICHE

Nei composti **completamente saturi** la catena idrocarburica ha una grande flessibilità; la conformazione più stabile è quella completamente estesa, in cui vengono minimizzate le interferenze steriche tra gli atomi vicini.

Le molecole costituiscono strutture quasi cristalline.

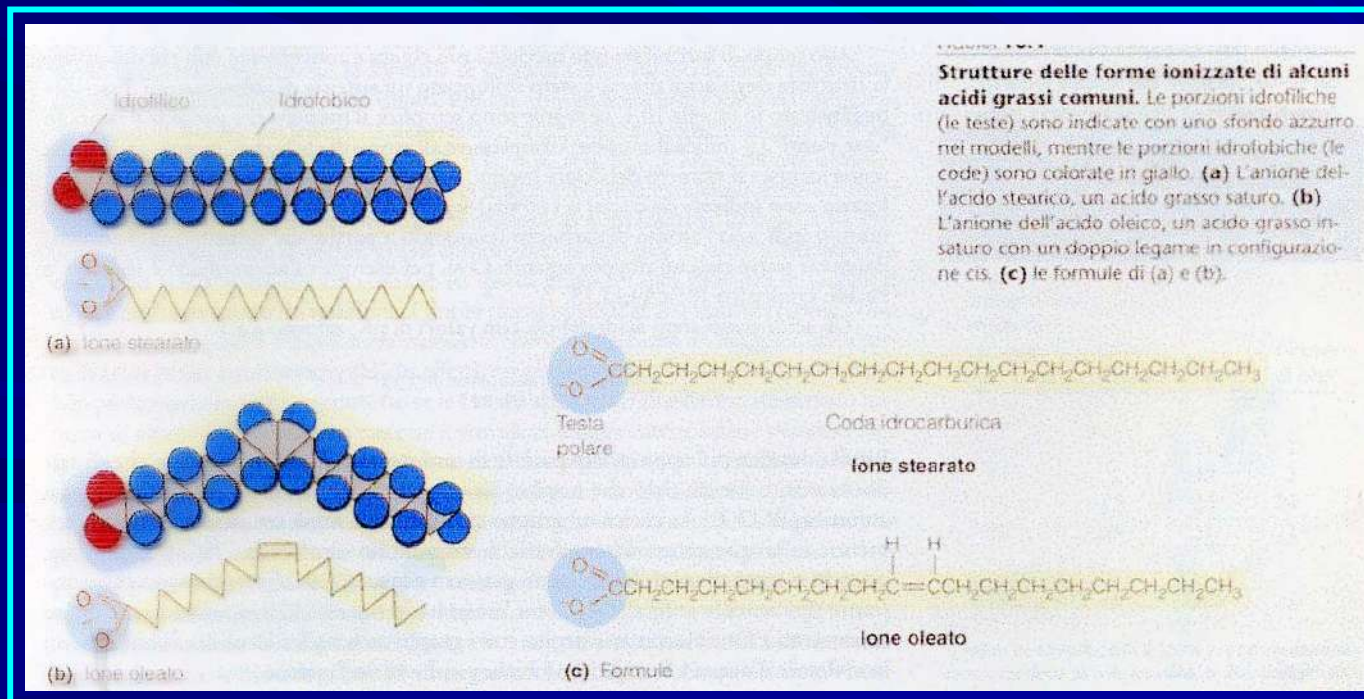


LE PROPRIETÀ FISICHE

Un **doppio legame** produce un ripiegamento nella catena.

Gli acidi grassi insaturi hanno uno o più doppi legami, di conseguenza non possono impacchettarsi così saldamente come gli acidi grassi saturi e le loro interazioni con altre molecole risultano deboli.

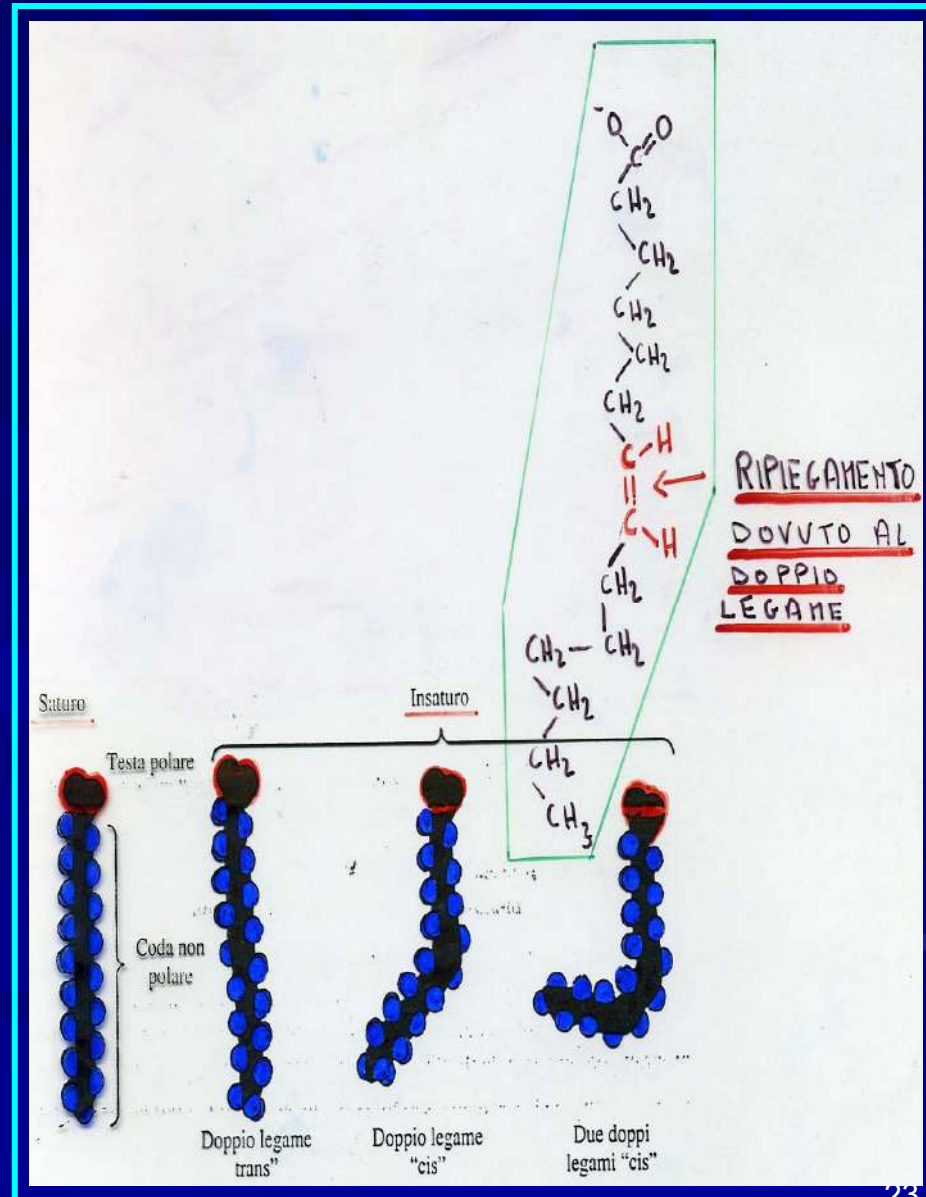
Gli acidi grassi insaturi hanno un punto di fusione inferiore rispetto agli acidi grassi saturi.



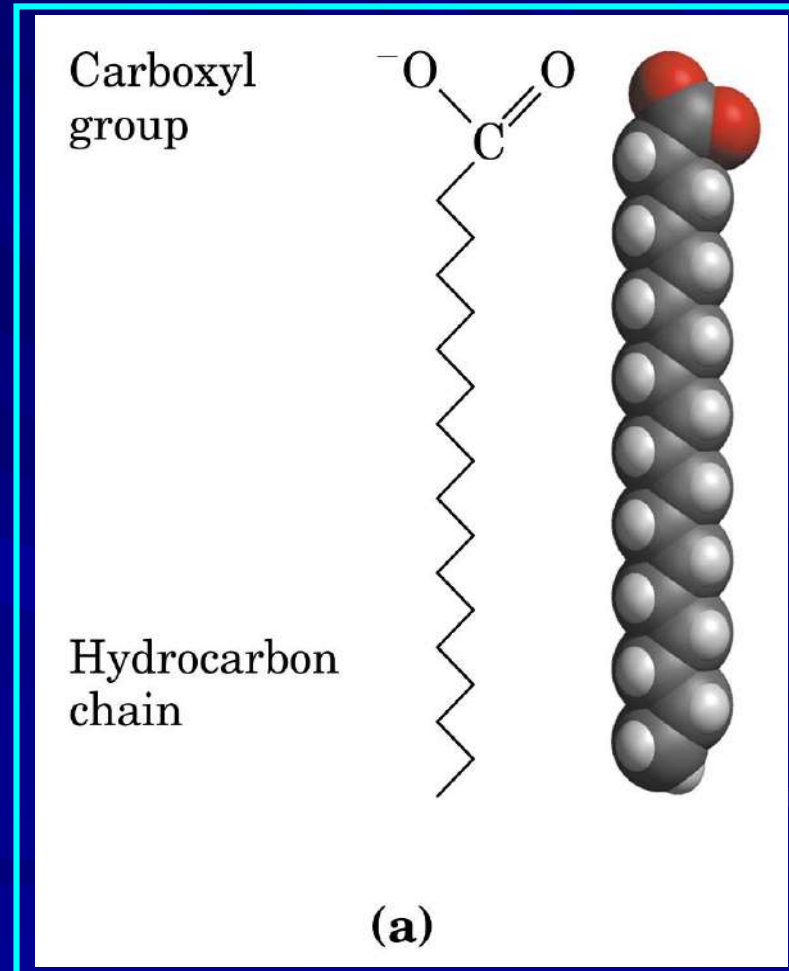
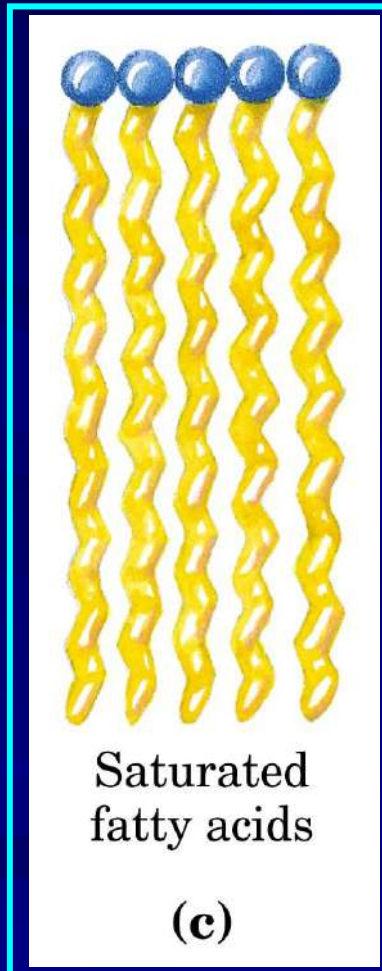
LE PROPRIETÀ FISICHE

I composti contenenti doppi legami "cis" hanno punti di fusione più bassi dei corrispondenti composti saturi.

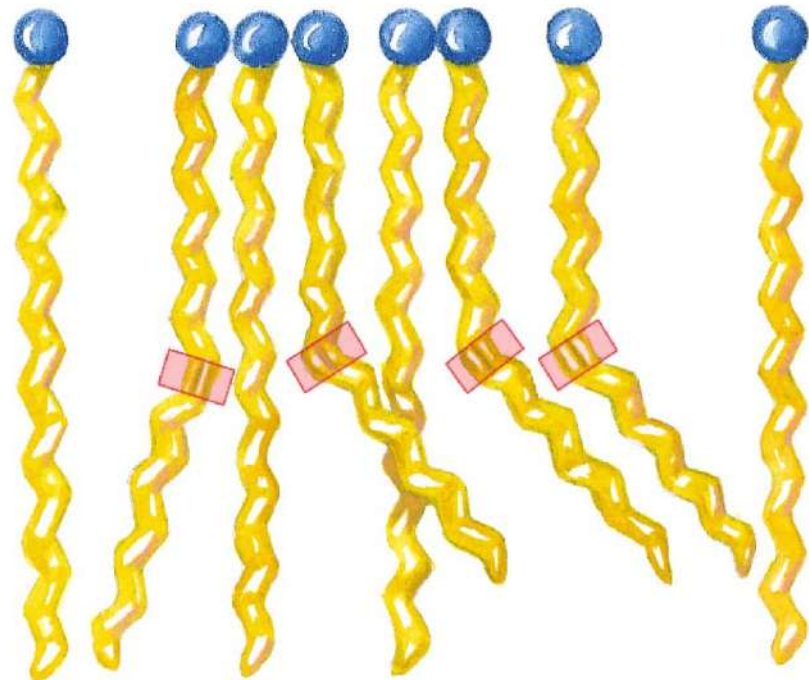
Le biomolecole che contengono notevoli quantità di acidi grassi insaturi sono liquide, a temperatura ambiente.



GLI ACIDI GRASSI SATURI

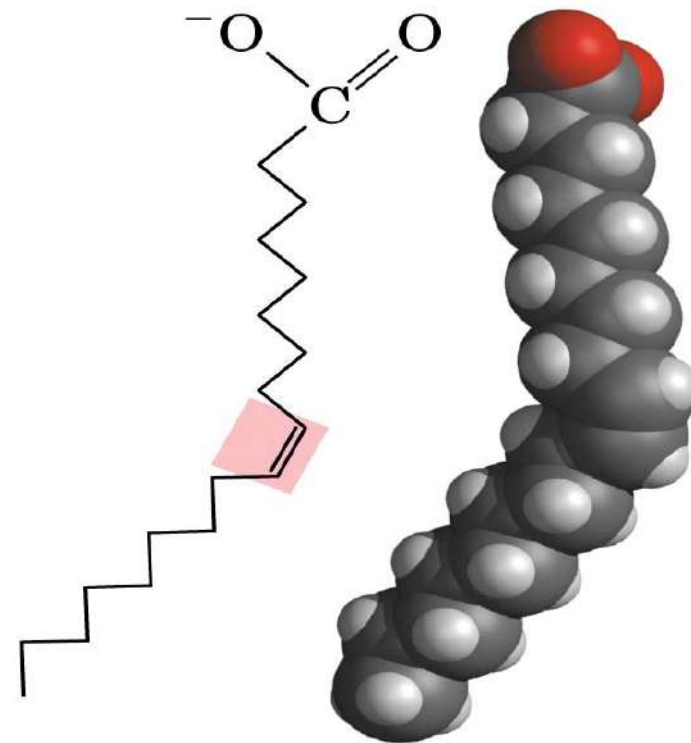


GLI ACIDI GRASSI INSATURI CONTENENTI DOPPI LEGAMI "CIS"



Mixture of saturated and
unsaturated fatty acids

(d)



(b)

LE PROPRIETÀ CHIMICHE

Gli acidi grassi insaturi danno luogo a tipiche reazioni di addizione:

idratazione,
idrogenazione,
alogenazione,
ossidazione.

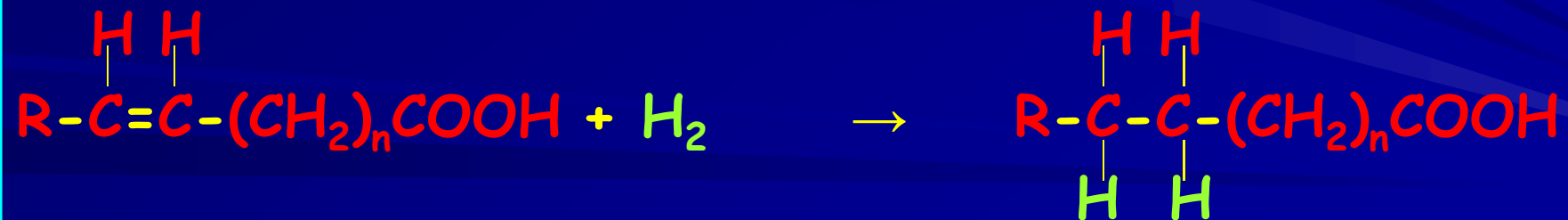
LE PROPRIETÀ CHIMICHE

Gli acidi grassi insaturi danno luogo alle tipiche reazioni di addizione:

1) idratazione

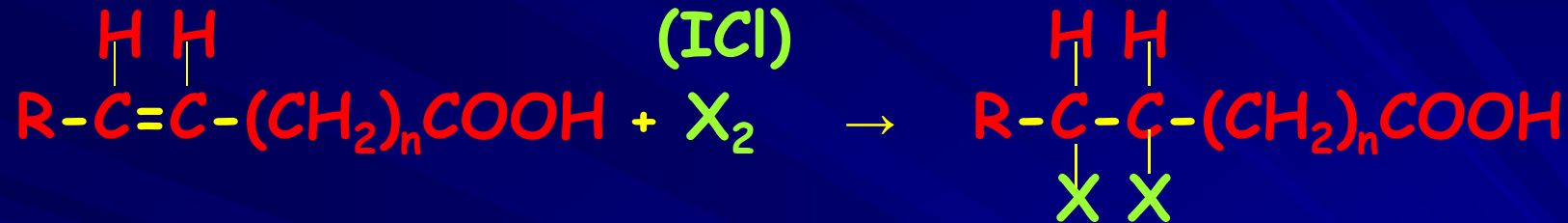


2) idrogenazione

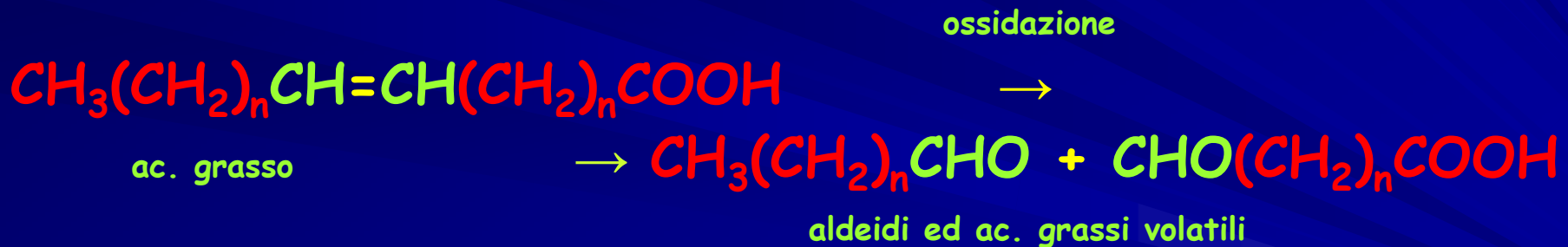


LE PROPRIETÀ CHIMICHE

3) alogenazione



4) ossidazione



Rancido: termine indicante che un grasso o un olio ha odore o gusto sgradevole, per la presenza di acidi ed aldeidi volatili.

I TRIGLICERIDI (TRIACILGLICEROLI)

Sono triesteri di **tre acidi grassi** e **glicerolo**.

Sono lipidi non polari, fungono da riserve energetiche.

Si possono distinguere in:

grassi, trigliceridi solidi a temperatura ambiente (es. burro, lardo),

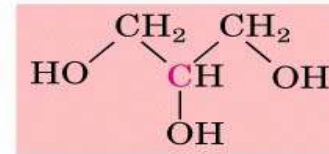
oli, trigliceridi liquidi a temperatura ambiente

(es. olio di mais, olio di oliva).

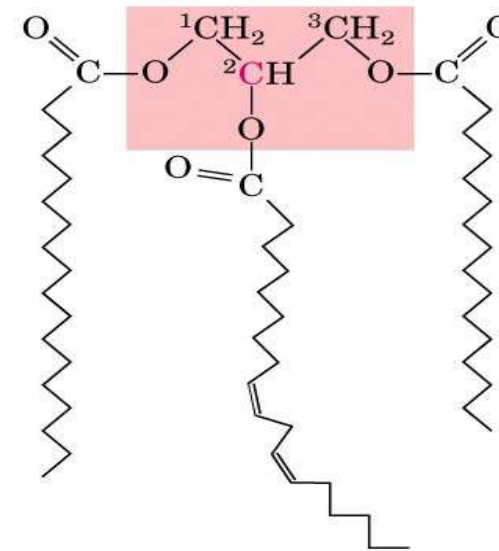
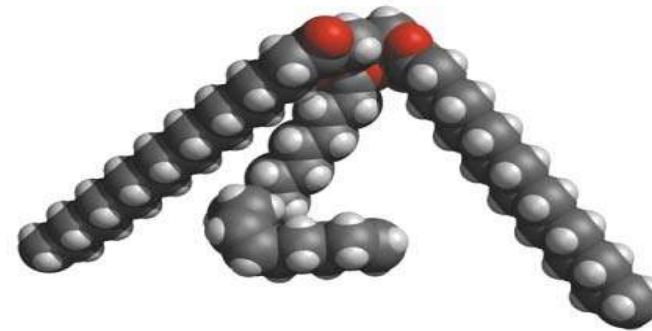


Le strutture
del glicerolo
e di un trigliceride.

I grassi e gli oli differiscono per
il loro punto di fusione.



Glycerol



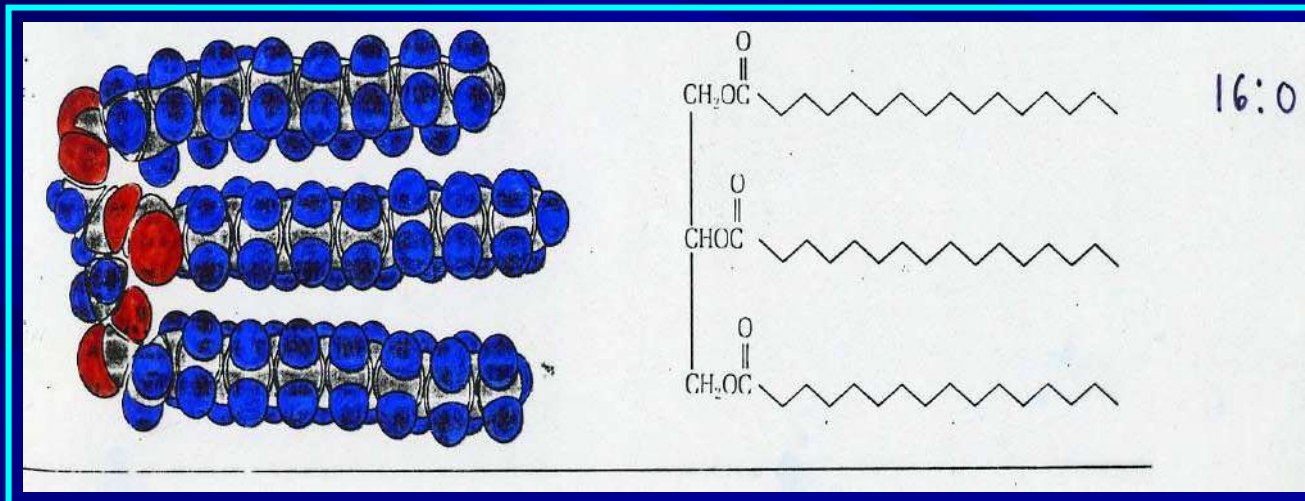
1-Stearoyl, 2-linoleoyl, 3-palmitoyl glycerol,
a mixed triacylglycerol

I GRASSI

Le molecole possono impaccarsi in maniera abbastanza regolare come in un cristallo.

A temperatura ambiente, i trigliceridi saturi sono allo stato solido.
Hanno una consistenza cerosa.

Sono composti essenzialmente da ac. grassi saturi

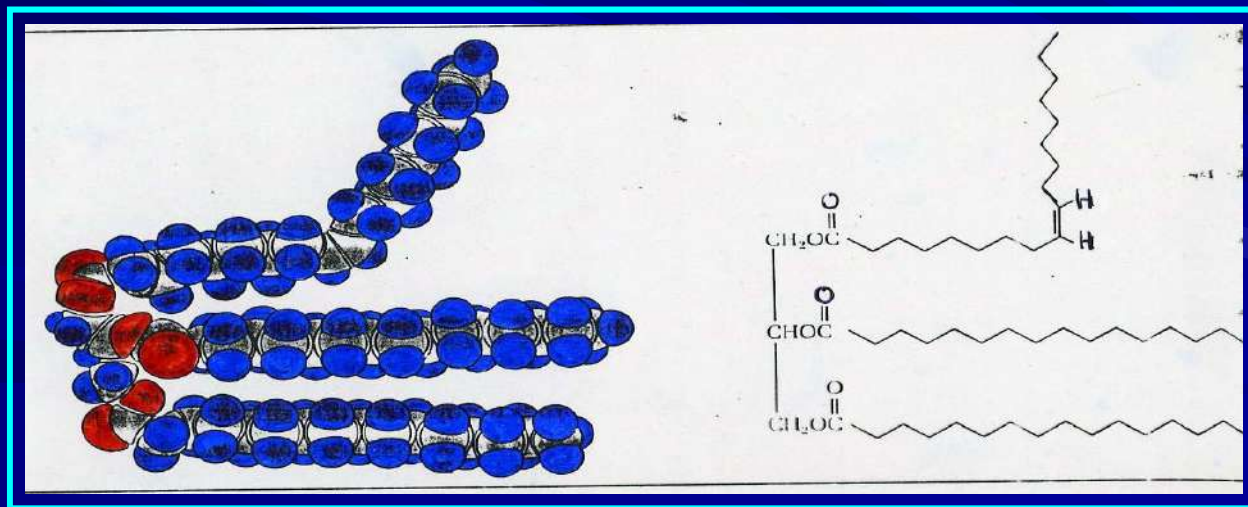


GLI OLI

Le catene di una molecola non potranno allinearsi in un reticolo cristallino e la sostanza rimarrà liquida (a temperatura ambiente).

Maggiore è il numero di doppi legami, più elevato è il disordine della struttura e più basso è il punto di fusione (**liquidi oleosi**).

Sono composti in prevalenza da ac. grassi insaturi



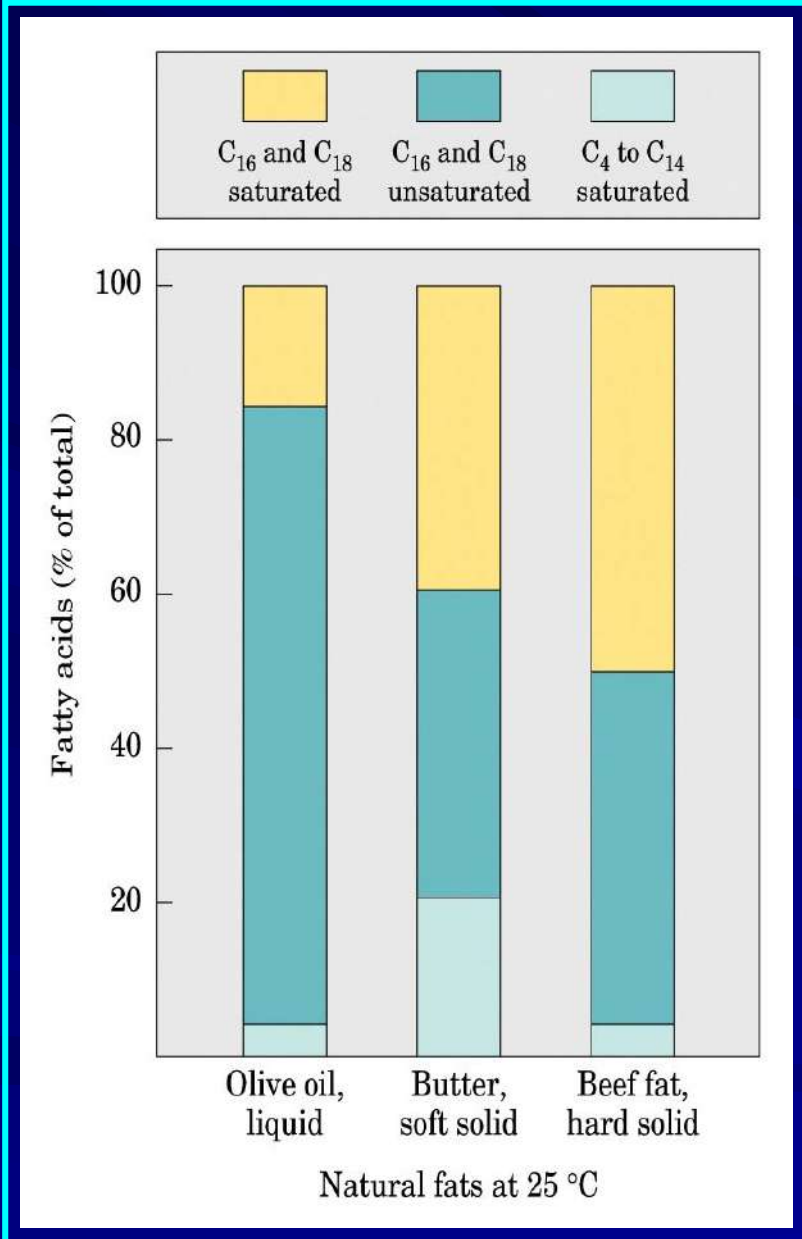
I TRIGLICERIDI

I trigliceridi possono essere:

semplici,
misti.

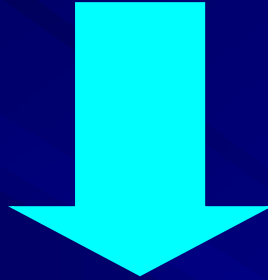
	Nome comune	Numero di atomi di carbonio	Formula di struttura	p.f., °C
Saturi	acido laurico	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44
	acido miristico	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	58
	acido palmitico	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63
	acido stearico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	70
	acido arachidico	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	77
Insaturi	acido oleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	13
	acido linoleico	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-5
	acido linolenico	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-11

Es. l'olio di oliva contiene l'83% di acido oleico,
l'olio di cocco contiene il 43% di acido palmitico e il 43% di acido oleico,
il burro contiene almeno 14 acidi diversi.



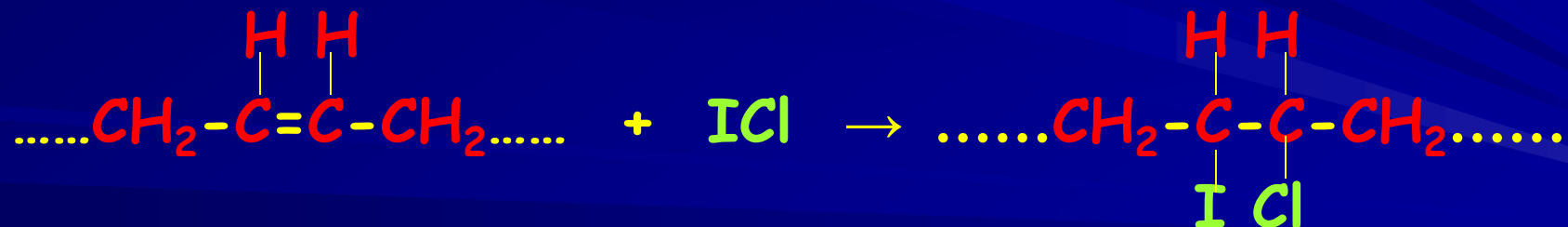
La composizione in acidi grassi dei lipidi presenti in:
olio di oliva,
burro,
grasso di bue.

IL TEST DELLO IODIO



È un test per esaminare il grado di insaturazione di un campione di **acilglicerolo**.

Lo iodio (**ICI**) si lega facilmente ai doppi legami carbonio-carbonio:

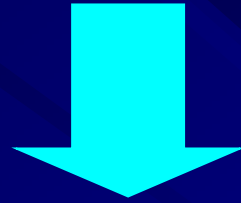


IL TEST DELLO IODIO

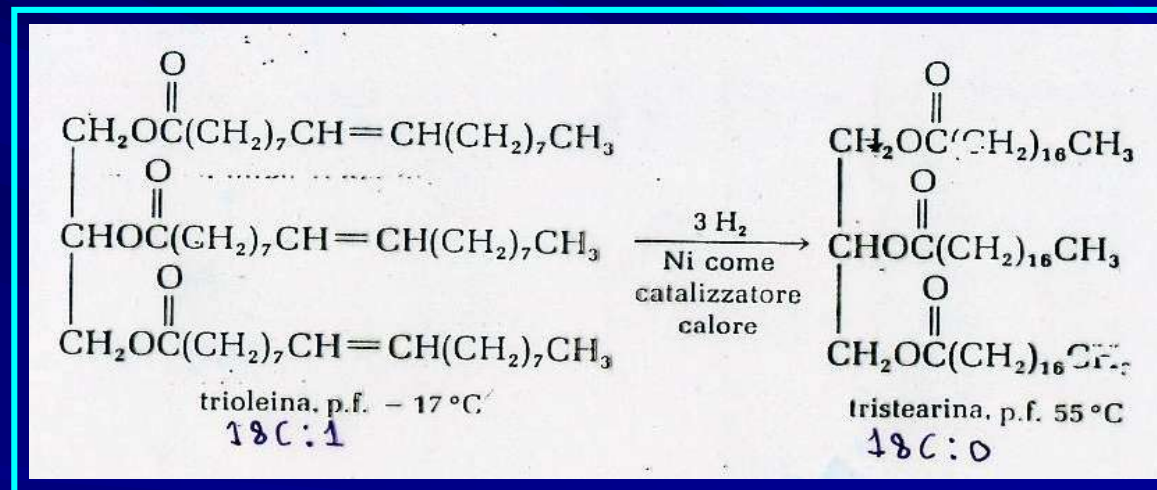
Il numero di iodio di un grasso o di un olio è definito come numero di grammi di iodio richiesti per reagire con tutti i doppi legami carbonio-carbonio in 100 grammi di campione.

Un alto numero di iodio indica un alto grado di insaturazione
es. lardo = 65-70,
 mais = 125-130.

IL PROCESSO DI INDURIMENTO



Gli oli vegetali, altamente insaturi, vengono trasformati in **grassi vegetali solidi**, per idrogenazione catalitica di alcuni o di tutti i doppi legami,



(es. la margarina è ottenuta per idrogenazione dell'olio di cotone, di soia, di arachidi).

LA LOCALIZZAZIONE DEI TRIGLICERIDI

Nelle **cellule eucariotiche** i trigliceridi costituiscono una fase separata nel citosol sotto forma di microscopiche **gocce oleose**,

nei **vertebrati** essi si accumulano in cellule specializzate: **adipociti** o **cellule grasse**.



LA LOCALIZZAZIONE DEI TRIGLICERIDI

Nell'uomo il tessuto grasso è localizzato:

- 1) sotto la pelle,
- 2) nella cavità addominale,
- 3) nelle ghiandole mammarie.

LE FUNZIONI BIOLOGICHE DEI TRIGLICERIDI

Come depositi energetici, i trigliceridi hanno due significativi vantaggi rispetto ai polisaccaridi:

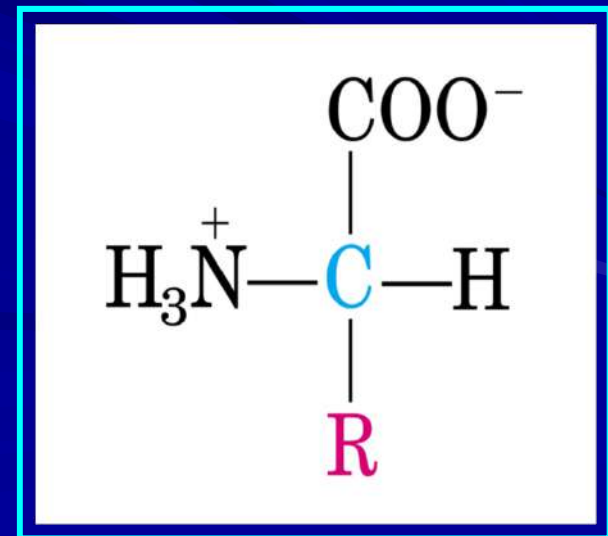
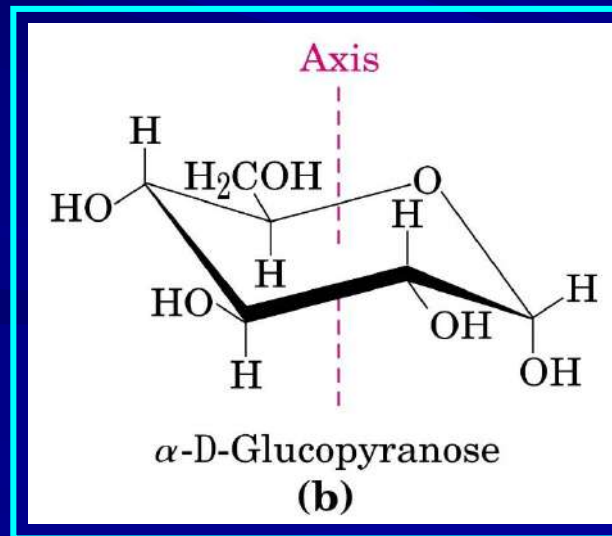
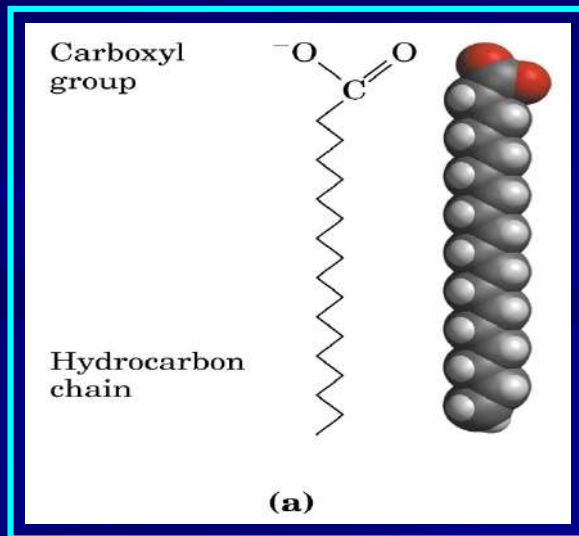
- 1) sono più ridotti,
- 2) sono idrofobici, quindi non idratati.

LE FUNZIONI BIOLOGICHE DEI TRIGLICERIDI

I **trigliceridi** sono la forma molecolare più efficace di accumulo di energia,

in generale, meno ossigeno è presente in una molecola, maggiore è il suo contenuto in energia,

la resa energetica da completa ossidazione degli **acidi grassi** è di 9 kcal/grammo, mentre quella dei **carboidrati** e delle **proteine disidratate** è circa 4 kcal/grammo.



LE FUNZIONI BIOLOGICHE DEI TRIGLICERIDI

Negli animali la riserva di grassi serve per:

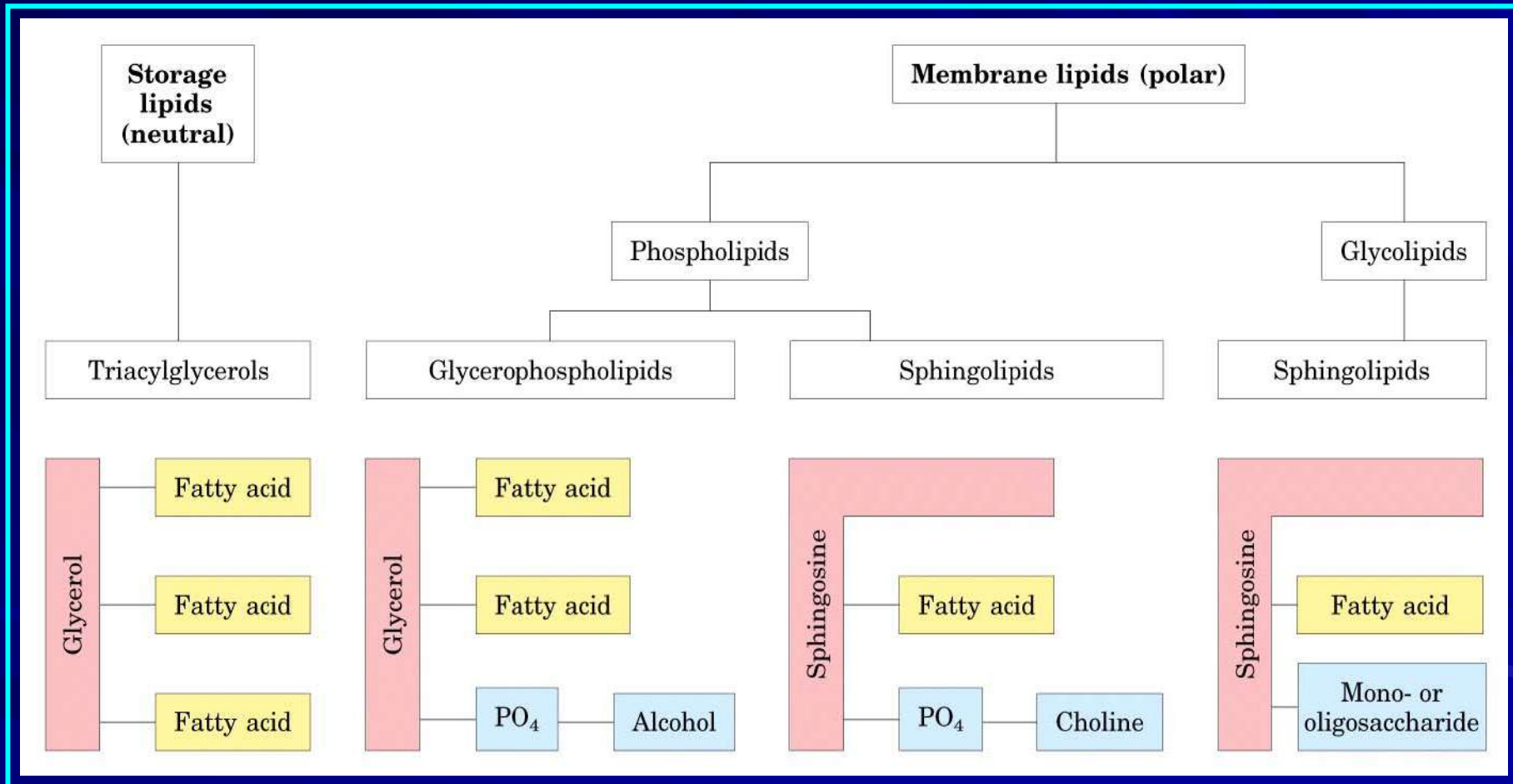
- 1) produrre energia (es. ATP),
- 2) produrre calore (es. grasso bruno).

LE FUNZIONI BIOLOGICHE DEI TRIGLICERIDI

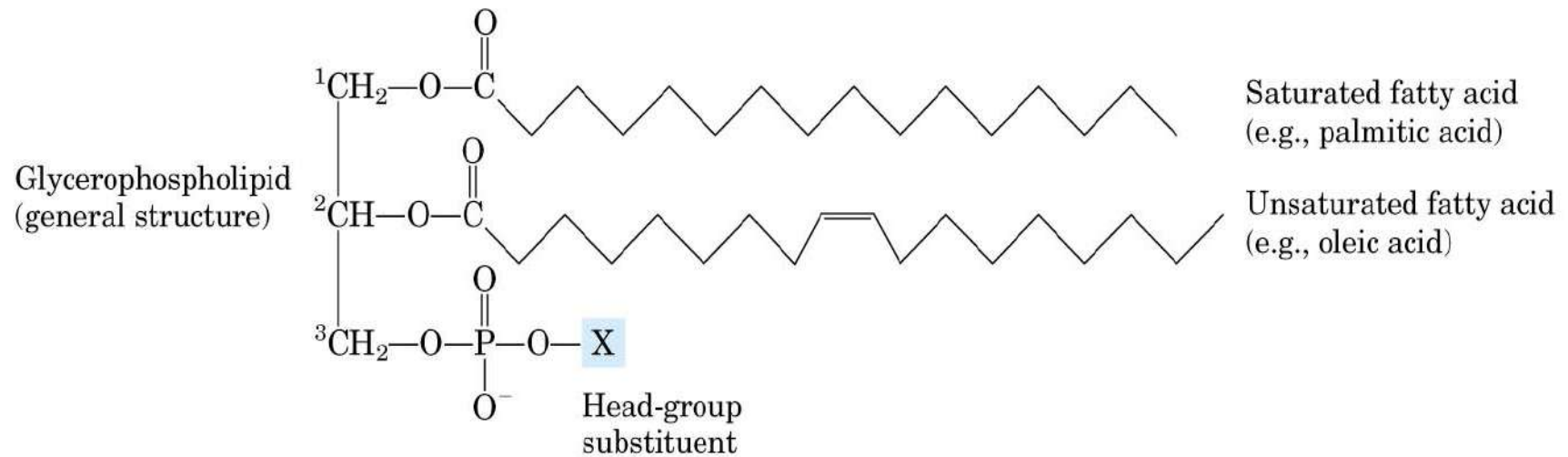
Le riserve di grasso svolgono nei mammiferi che ibernano o vivono in ambienti freddi un ruolo molto importante:

- 1) forniscono una **riserva energetica** durante l'ibernazione o il digiuno,
- 2) fungono da **materiale isolante** contro il freddo.

LE PRINCIPALI CLASSI DI LIPIDI DI RISERVA E DI MEMBRANA



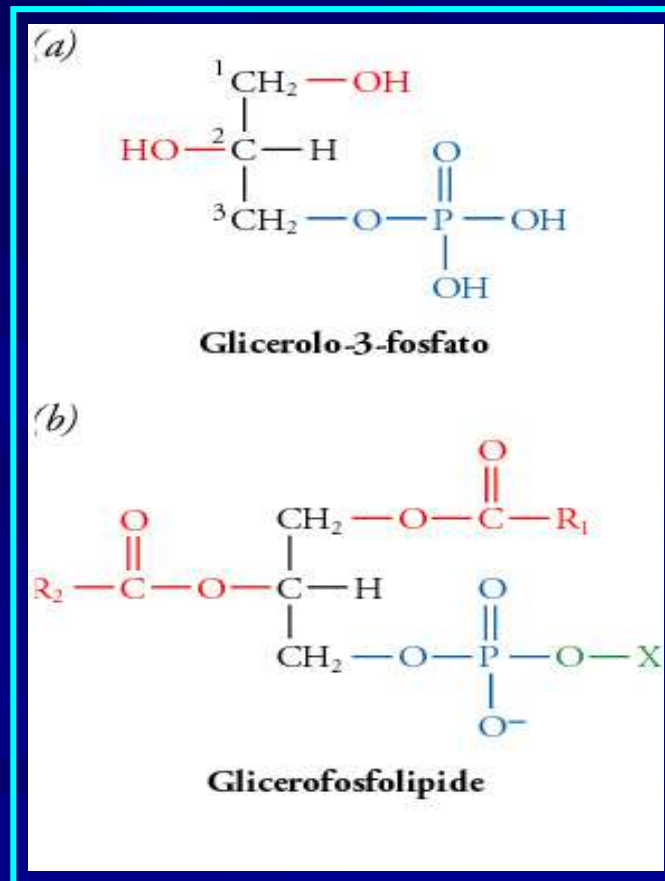
I GLICEROFOSFOLIPIDI



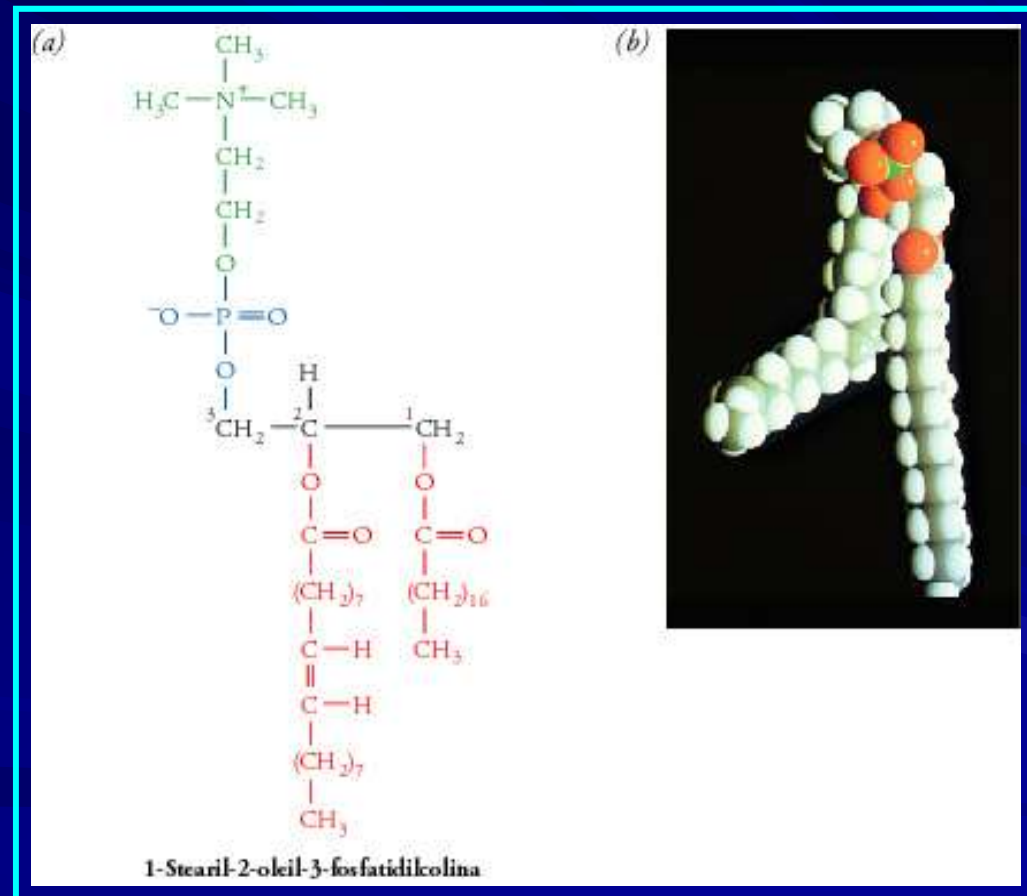
I GLICEROFOSFOLIPIDI

Name of glycerophospholipid	Name of X	Formula of X	Net charge (at pH 7)
Phosphatidic acid	—	— H	-1
Phosphatidylethanolamine	Ethanolamine	— CH ₂ —CH ₂ —NH ₃ ⁺	0
Phosphatidylcholine	Choline	— CH ₂ —CH ₂ —N ⁺ (CH ₃) ₃	0
Phosphatidylserine	Serine	— CH ₂ —CH—NH ₃ ⁺ COO ⁻	-1
Phosphatidylglycerol	Glycerol	— CH ₂ —CH—CH ₂ —OH OH	-1
Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate	<i>myo</i> -Inositol 4,5-bisphosphate		-4
Cardiolipin	Phosphatidyl-glycerol		-2

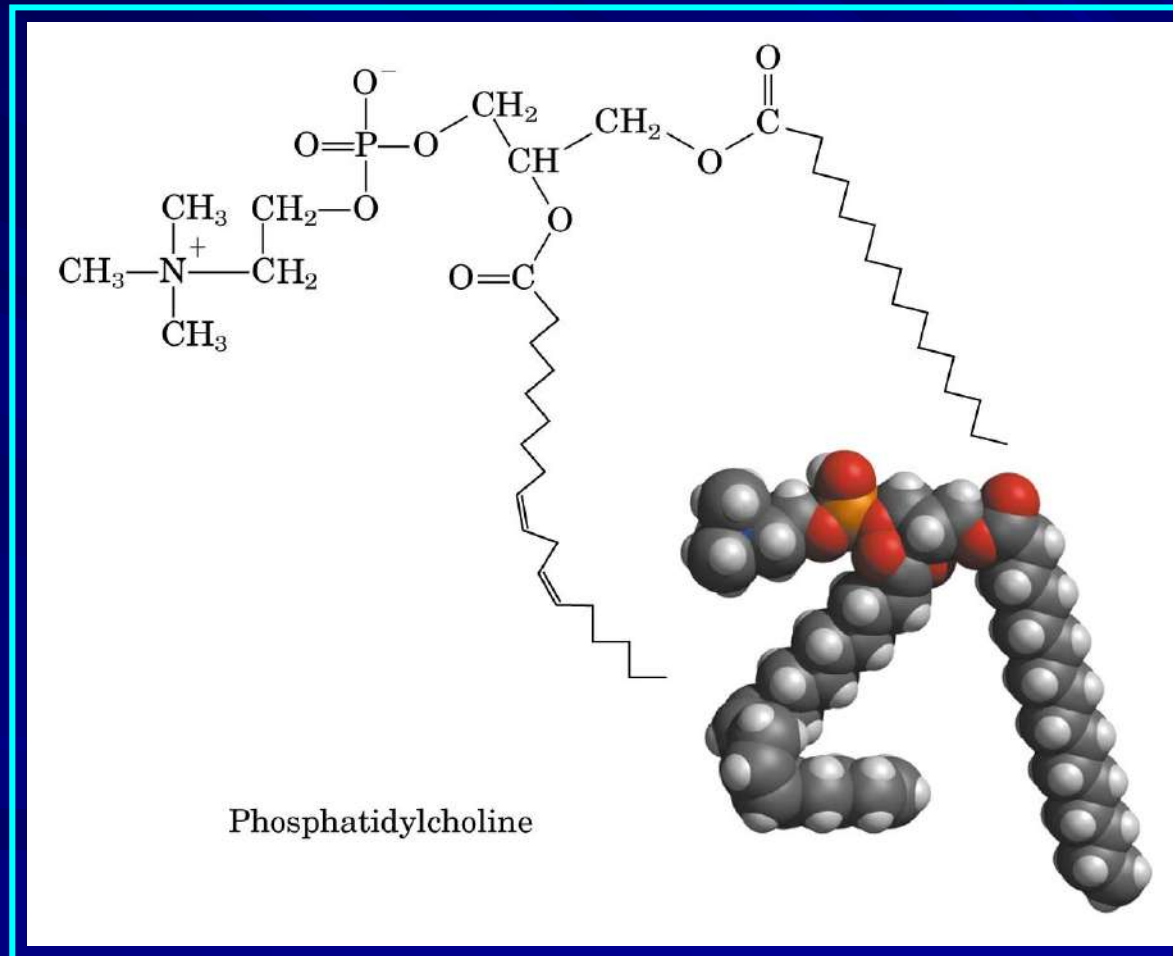
LA STRUTTURA DEI GLICEROFOSFOLIPIDI



IL GLICEROFOSFOLIPIDE 1-STEARIL-2-OLEIL-3-FOSFATIDILCOLINA



I GLICEROFOSFOLIPIDI



GLI SFINGOLIPIDI

ESISTONO TRE SOTTOCLASSI DI SFINGOLIPIDI:

le sfingomieline,

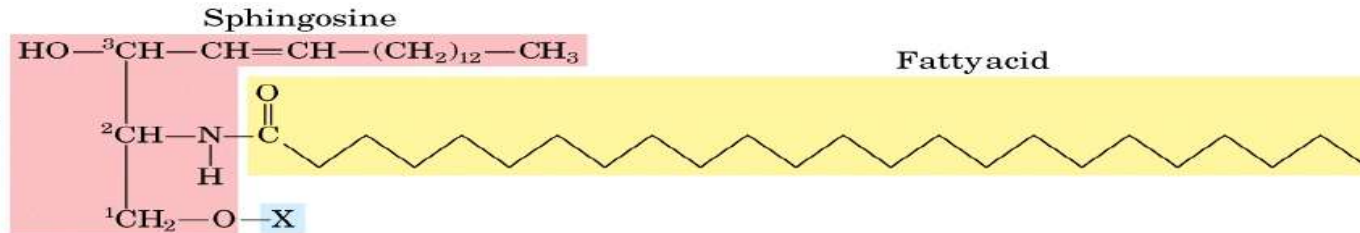
i glicolipidi neutri,

i gangliosidi;

esse si differenziano per le loro teste polari.

GLI SFINGOLIPIDI

Spingolipid
(general
structure)

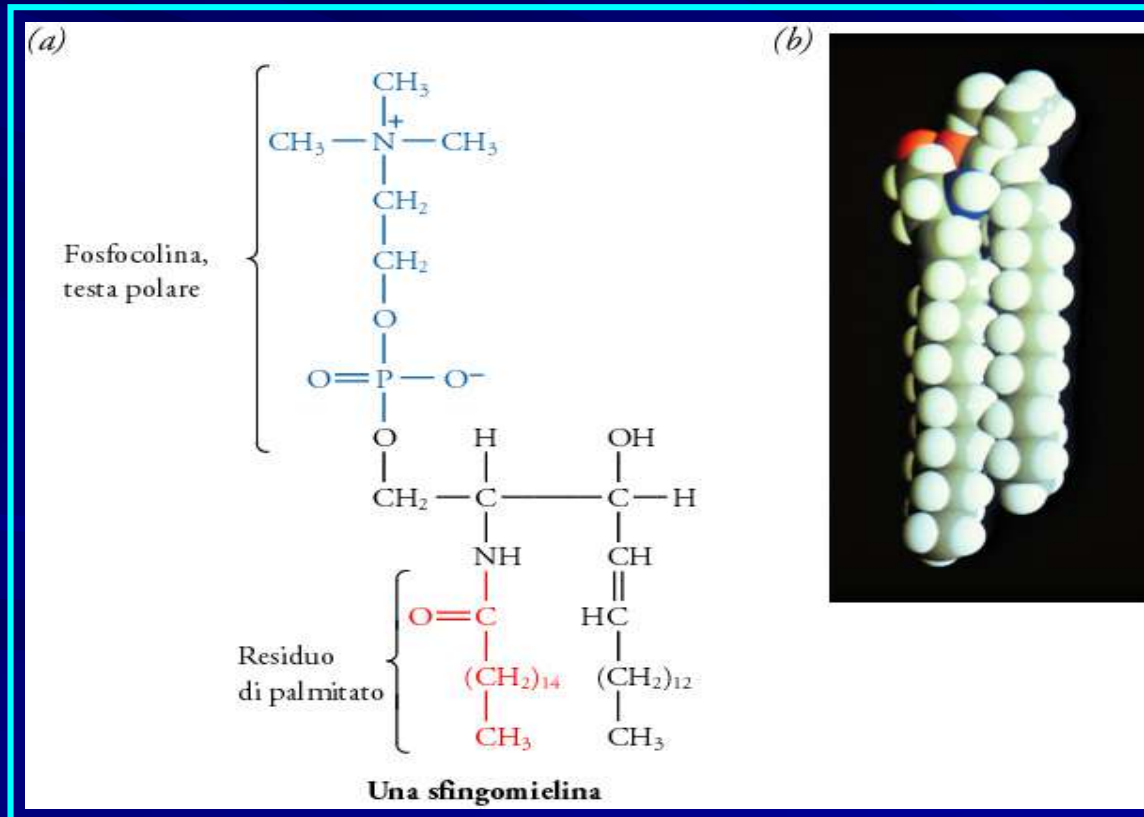


Name of sphingolipid	Name of X	Formula of X
Ceramide	—	— H
Sphingomyelin	Phosphocholine	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{— P — O — CH}_2\text{ — CH}_2\text{ — N}^+(\text{CH}_3)_3 \\ \\ \text{O}^- \end{array}$
Neutral glycolipids Glucosylcerebroside	Glucose	
Lactosylceramide (a globoside)	Di-, tri-, or tetrasaccharide	
Ganglioside GM2	Complex oligosaccharide	

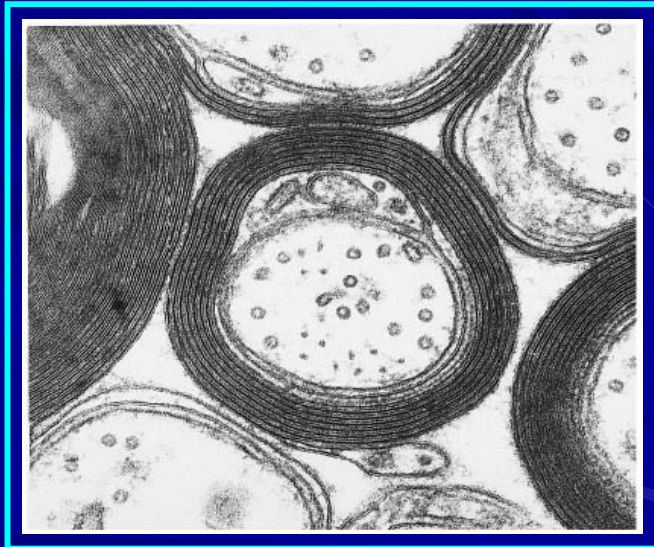
LE SFINGOMIELINE

Esse contengono **fosfocolina o fosfoetanolamina**

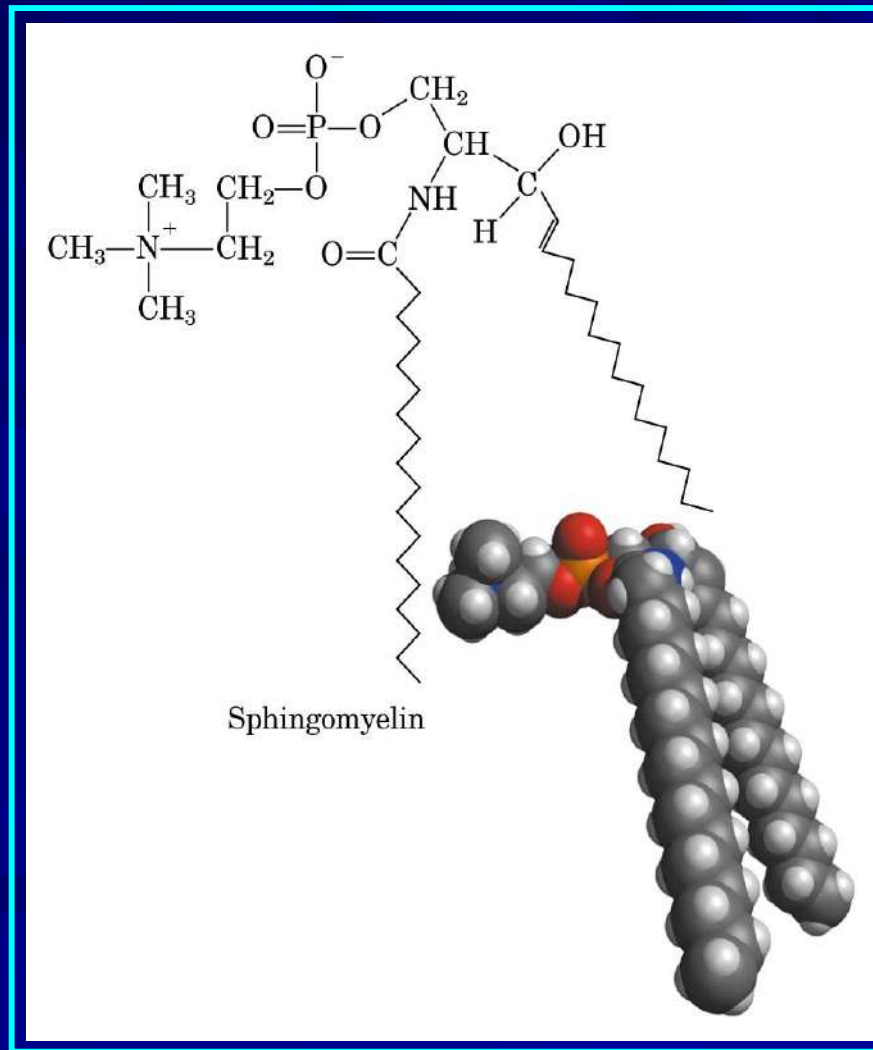
(sono presenti nella membrana plasmatica delle cellule animali, nella guaina mielinica).



fibra nervosa mielinata



LE SFINGOMIELINE



I GLICOLIPIDI NEUTRI

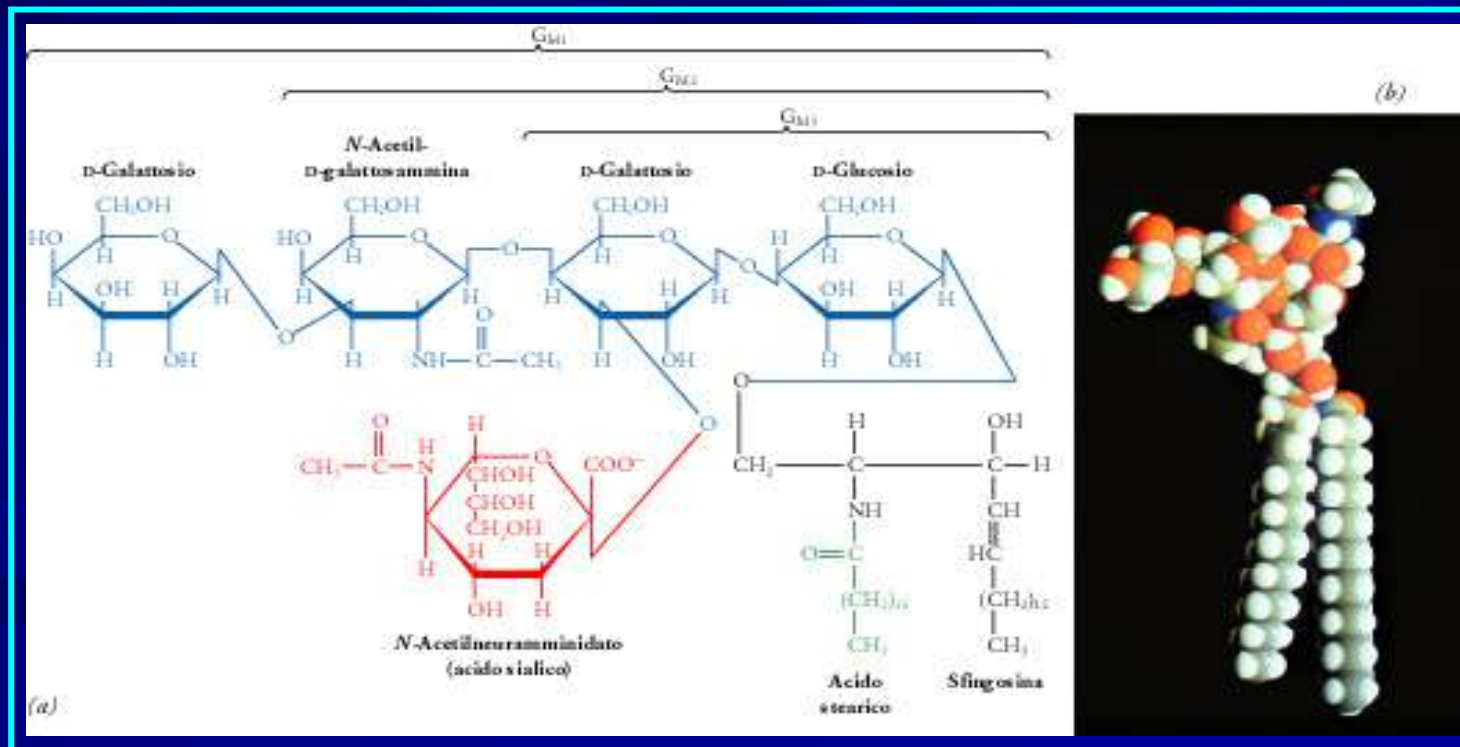
Essi contengono da una a sei unità saccaridiche
(es. **glucosio**, **galattosio**, ecc.).

Sono presenti sulla superficie esterna della membrana plasmatica.

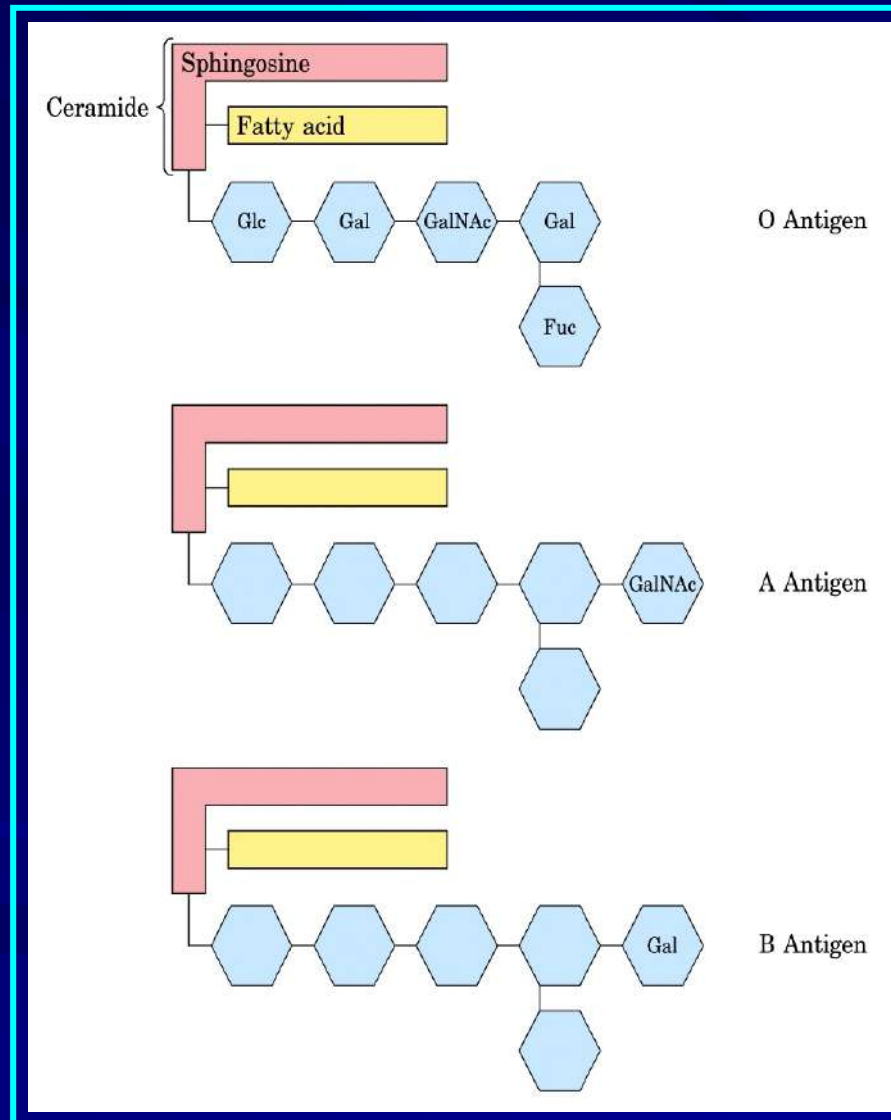
Sono detti **cerebrosidi** i glicolipidi costituiti da un'unica unità saccaridica legata ad un **ceramide**.

I GANGLIOSIDI

Essi contengono teste polari costituite da diverse unità saccaridiche. Costituiscono il 6% dei lipidi di membrana nella materia grigia del cervello. Partecipano, sulla superficie cellulare, a vari tipi di processi di riconoscimento.



I GANGLIOSIDI



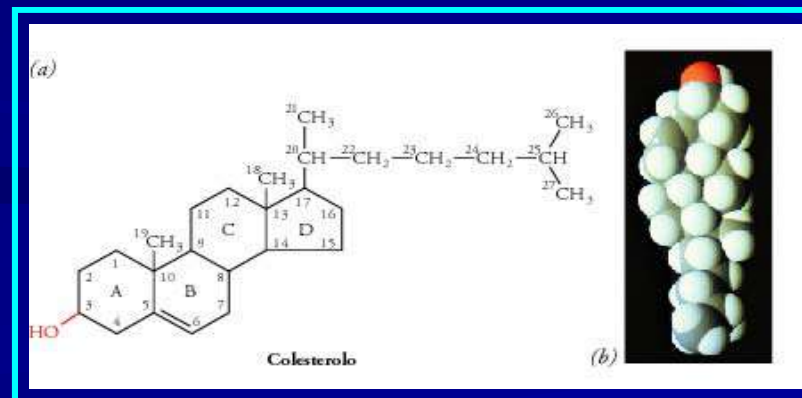
I gruppi sanguigni dell'uomo (A, B, O) sono determinati, in parte, dai gruppi oligosaccaridici di questi glicosfingolipidi.

GLI STEROIDI

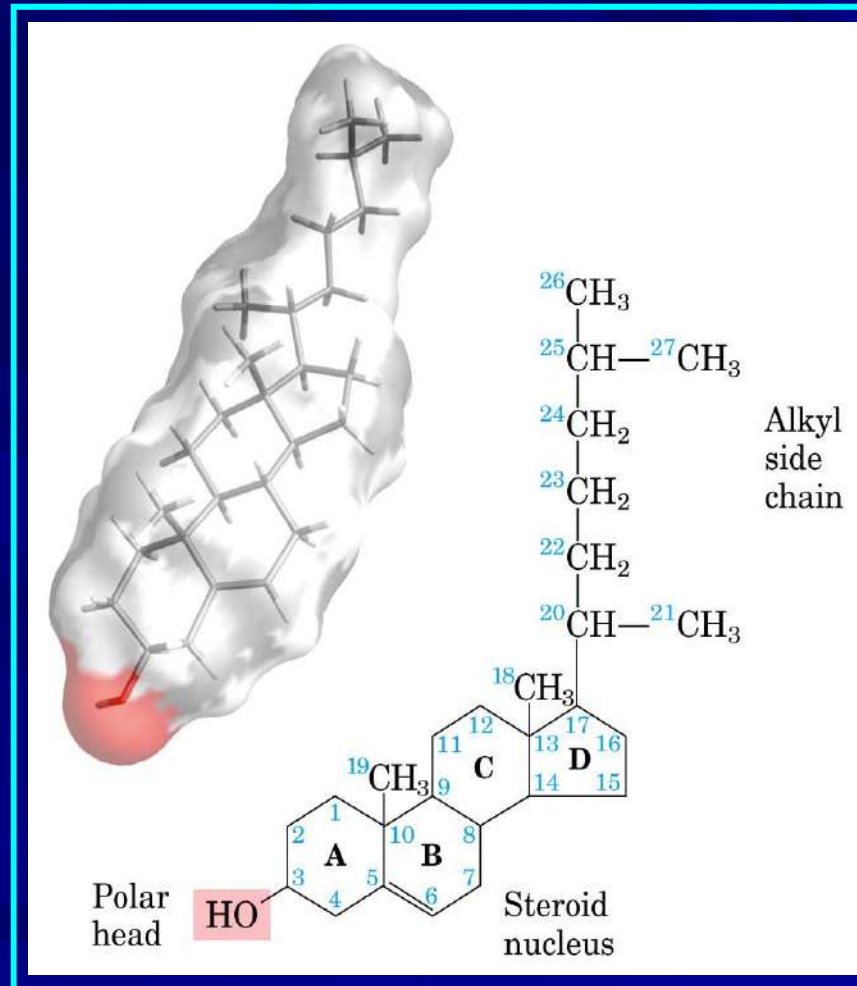
Sono un gruppo di lipidi contenenti un nucleo steroideo: sistema di 4 anelli condensati, di norma non aromatici;

di solito, dei sostituenti metilici (gruppi metilici angolari) sono legati al **C-10** ed al **C-13** e la catena laterale al **C-17**,

essi possiedono una grande varietà di funzioni.

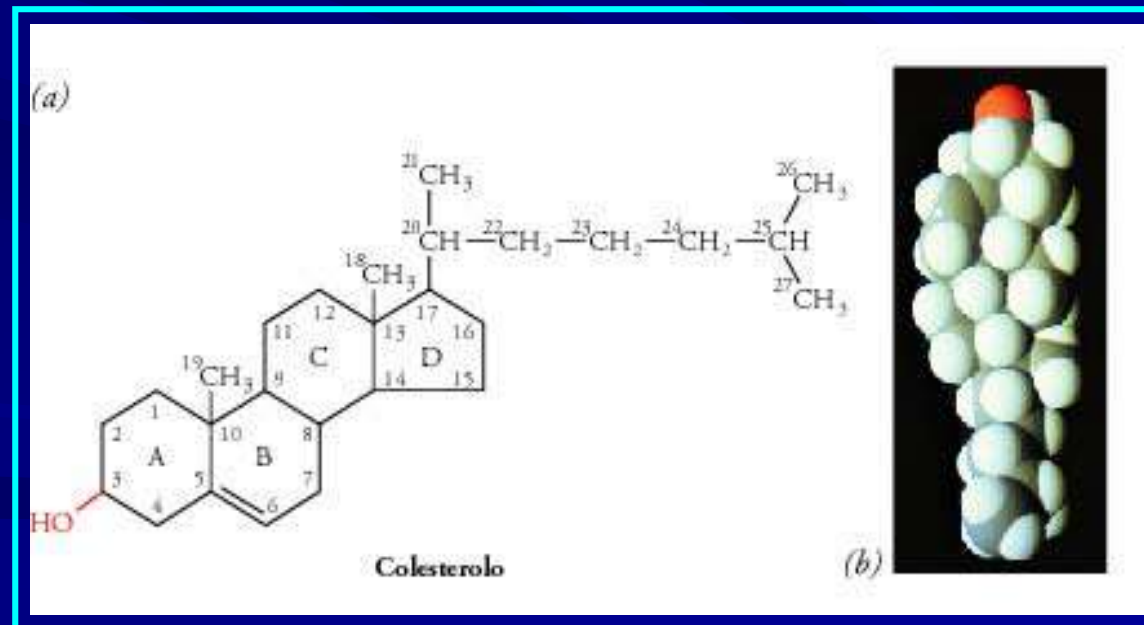


IL COLESTEROLO



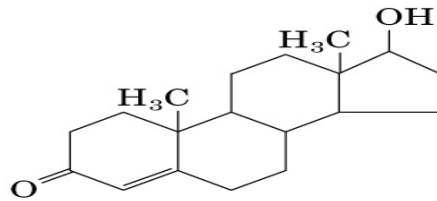
IL COLESTEROLO

È un composto **anfipatico**, presente in tutte le membrane animali, è ricavato dalla dieta e viene sintetizzato principalmente nel fegato, il sistema circolatorio lo trasporta al resto del corpo.

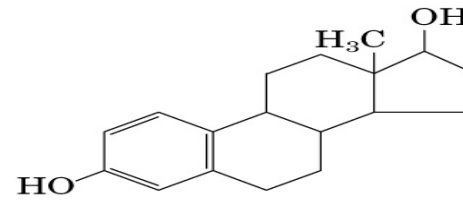


IL COLESTEROLO

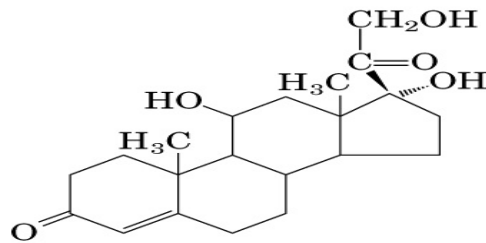
È il precursore nella biosintesi della maggior parte degli steroidi.



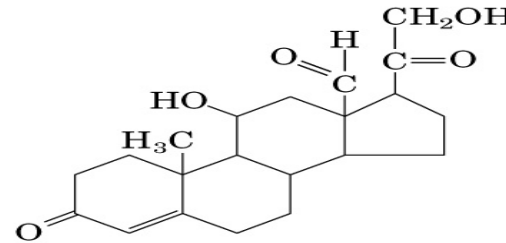
Testosterone



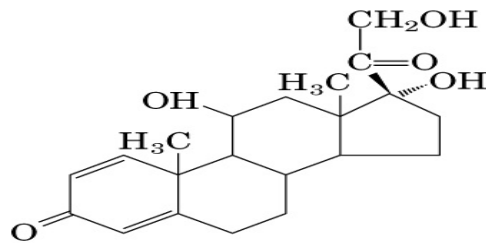
Estradiol



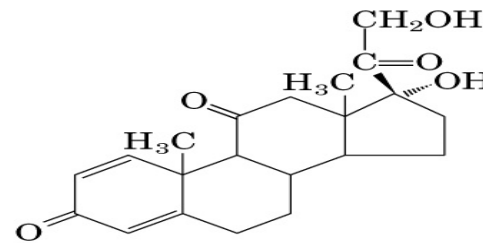
Cortisol



Aldosterone



Prednisolone



Prednisone

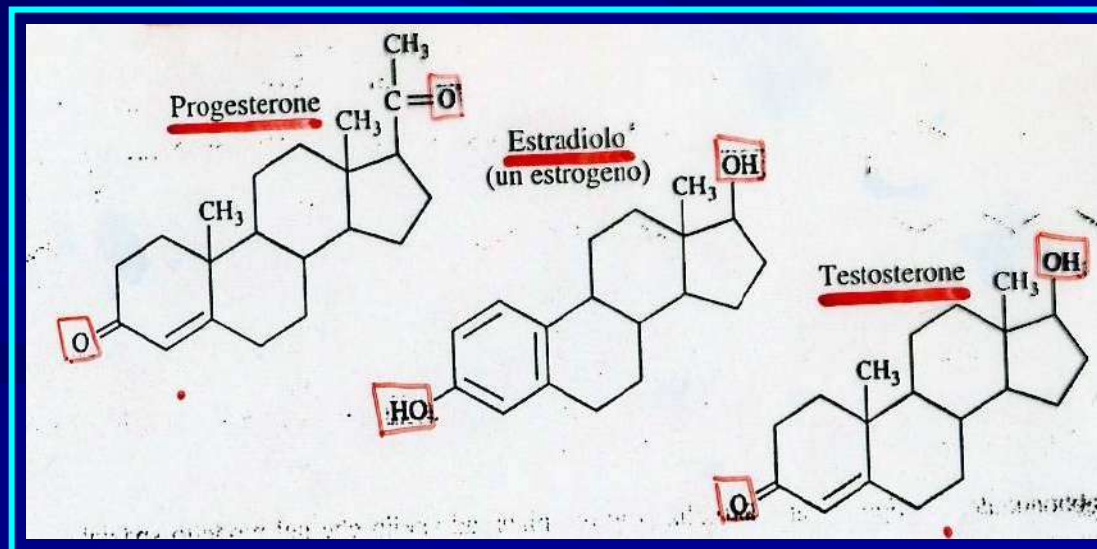
GLI ORMONI STEROIDEI

Gli ormoni sessuali sono prodotti nelle ovaie e nei testicoli.

Si possono dividere in:

ormoni sessuali maschili: gli androgeni (testosterone e androsterone),

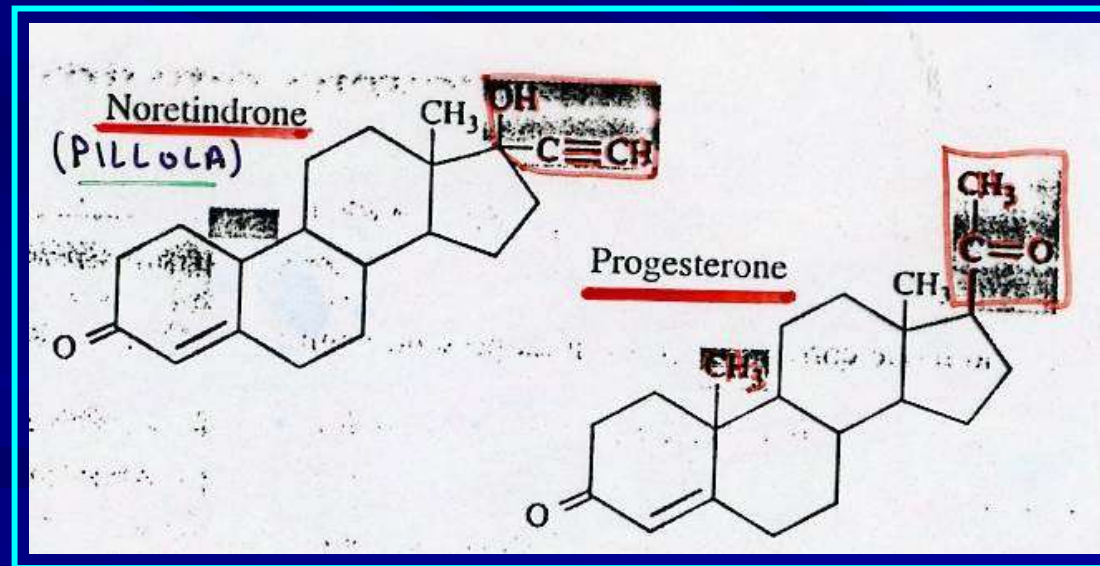
ormoni sessuali femminili: gli estrogeni (estradiolo) ed i progestinici (progesterone).



IL PROGESTERONE

Esso prepara l'utero per l'impianto dell'ovulo fecondato, protegge la gravidanza, impedisce una ulteriore ovulazione durante la gravidanza.

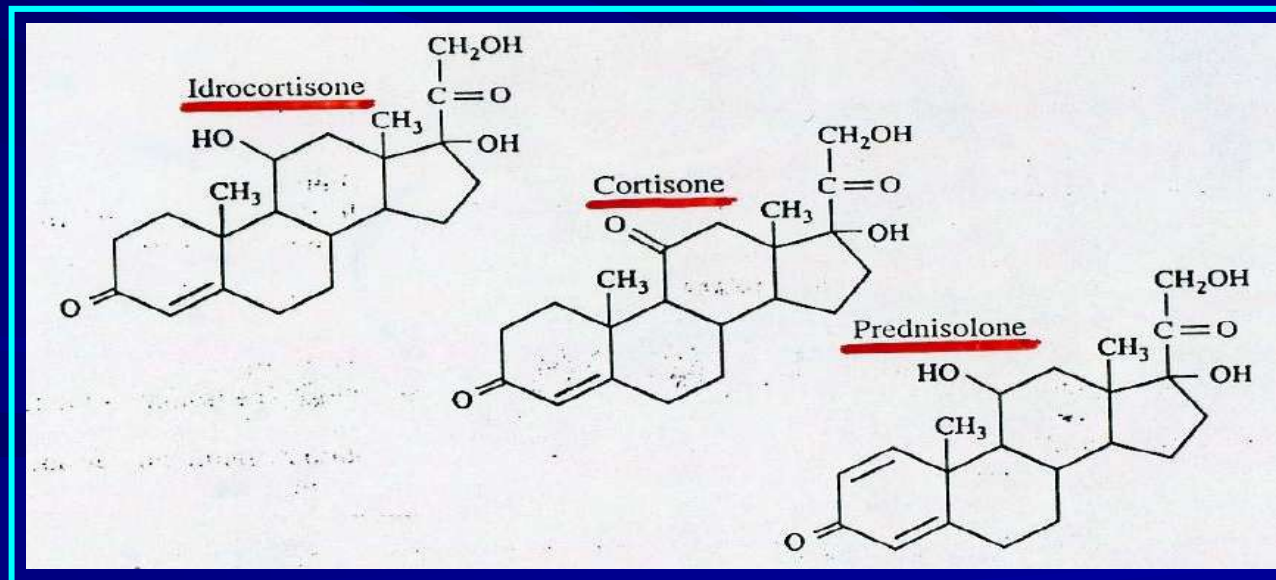
Si differenzia dal testosterone per la presenza di un gruppo acetilico al posto di un -OH sul **C-17**.



GLI ORMONI ADRENOCORTICOIDI (CORTECCIA SURRENALE)

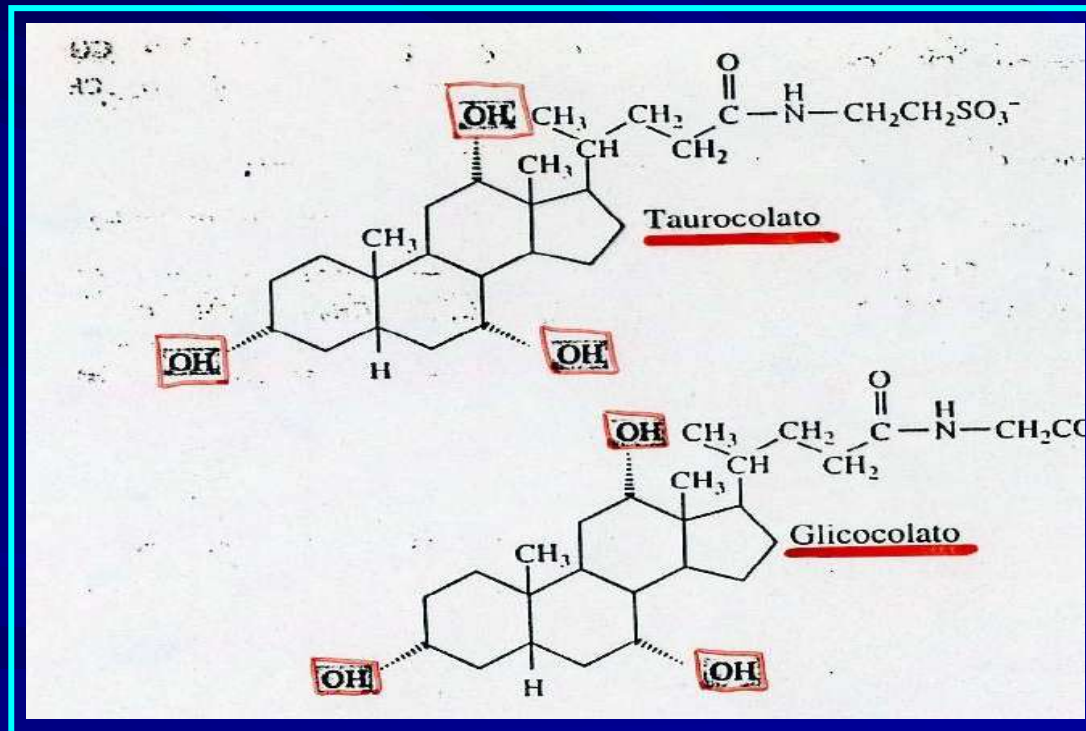
L'idrocortisone, il cortisone ed il prednisolone sono ormoni adrenocorticoidi prodotti nella corteccia surrenale;

l'idrocortisone (cortisolo) è un agente infiammatorio,
il cortisone è un derivato dell'idrocortisone,
il prednisolone è un analogo sintetico del cortisone.



I SALI BILIARI

A partire dal colesterolo sono sintetizzati i sali biliari (**taurocolato**, **glicocolato**) che emulsionano le gocce di grasso nell'intestino tenue per facilitarne la digestione e l'assorbimento.

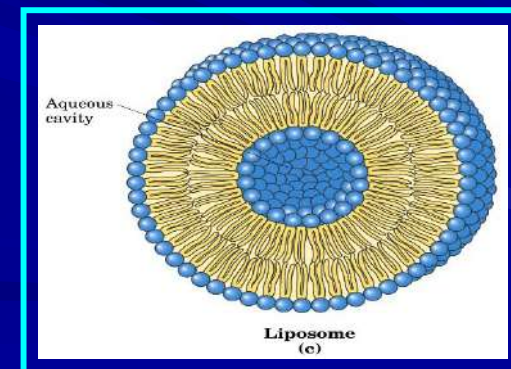
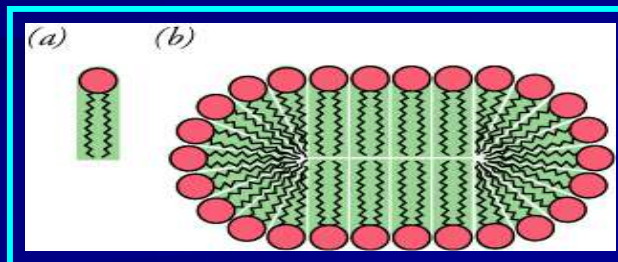
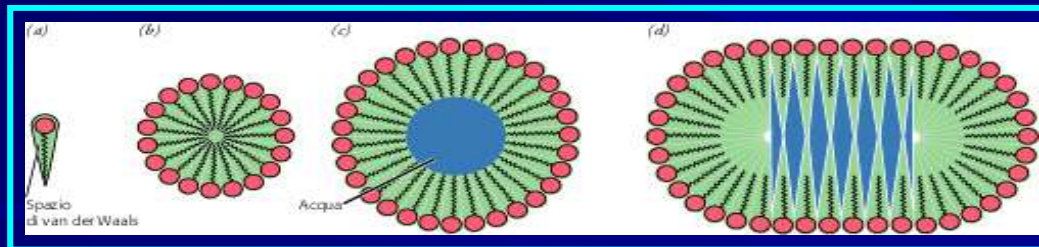


GLI AGGREGATI DI LIPIDI ANFIPATICI IN ACQUA

Il raggruppamento dei lipidi ha lo scopo di ridurre le quantità di superficie idrofobica esposta all'acqua,

gli aggregati lipidici possono essere sotto forma di:

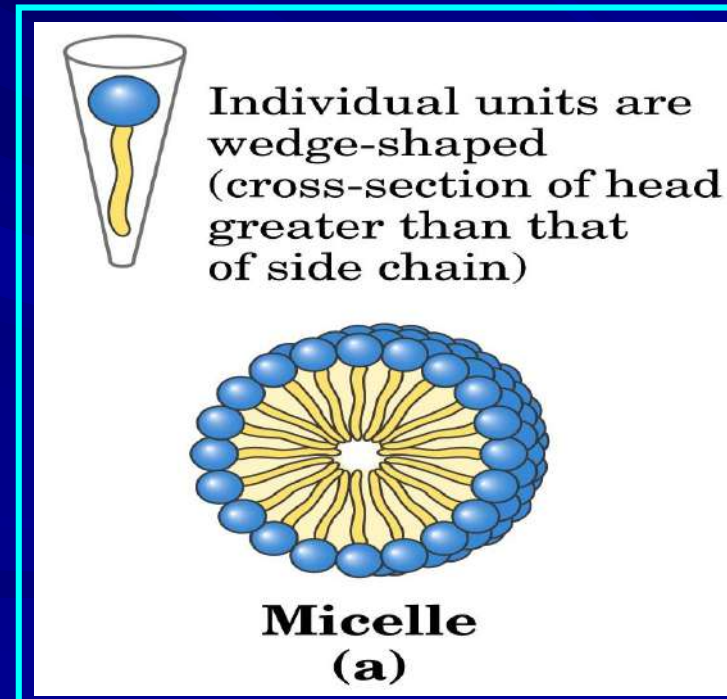
**micelle,
doppi strati,
liposomi.**



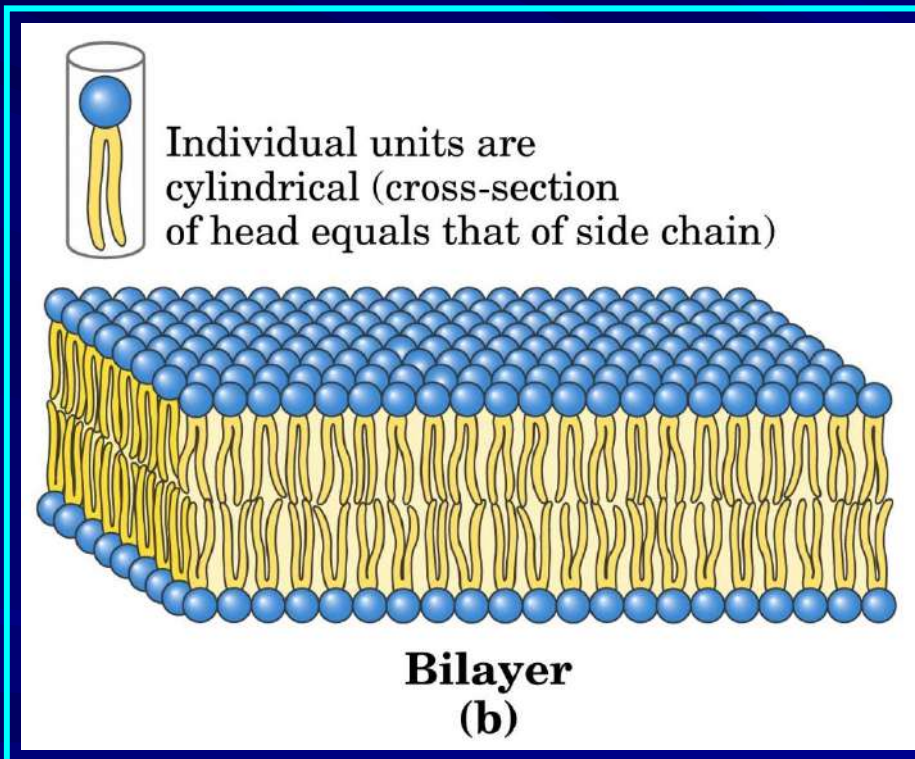
LE MICELLE

La formazione della micella è favorita quando l'area della sezione trasversale della testa polare è superiore a quella della catena acilica: **es. ac. grassi, lisofosfolipidi.**

La struttura della micella:
ambiente non polare al centro,
ambiente acquoso-polare
sulla superficie.



IL DOPPIO STRATO

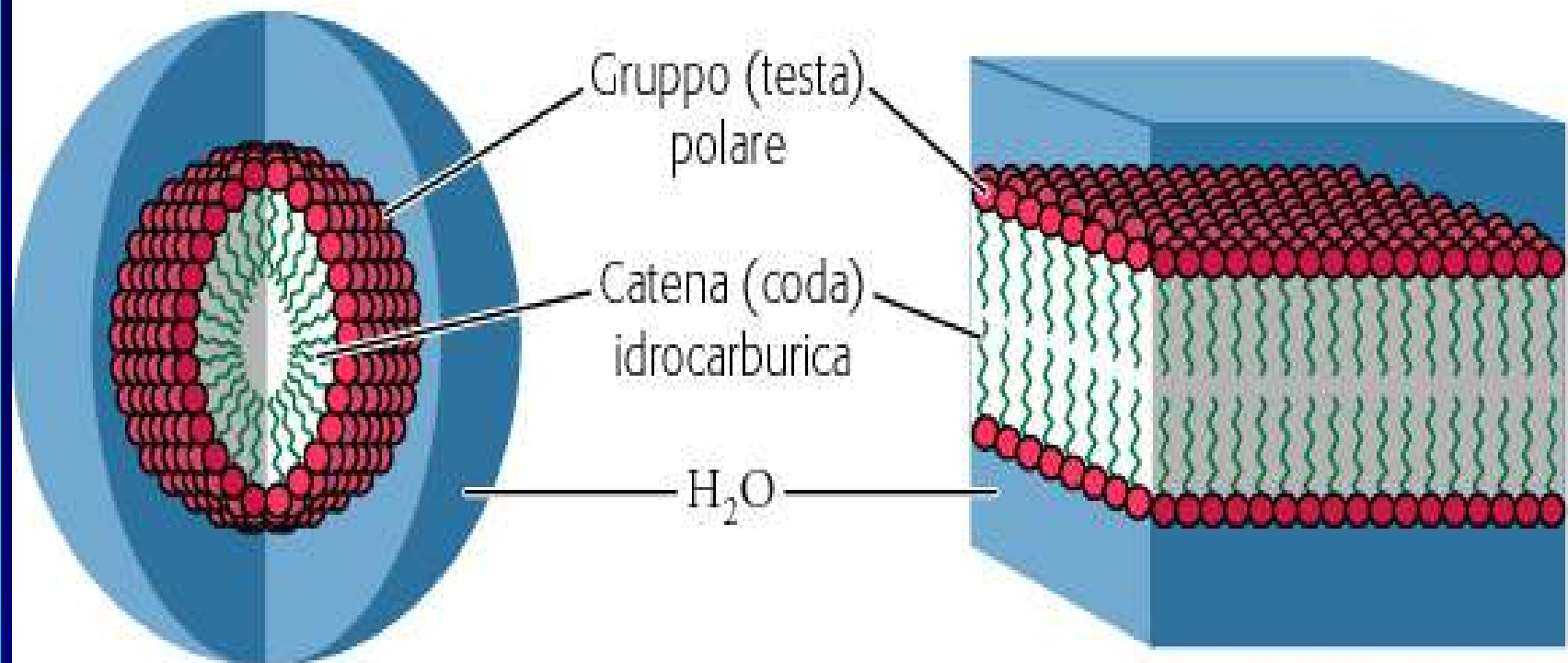


Il doppio strato si ha quando le aree delle sezioni trasversali delle teste polari e delle catene aciliche sono simili:

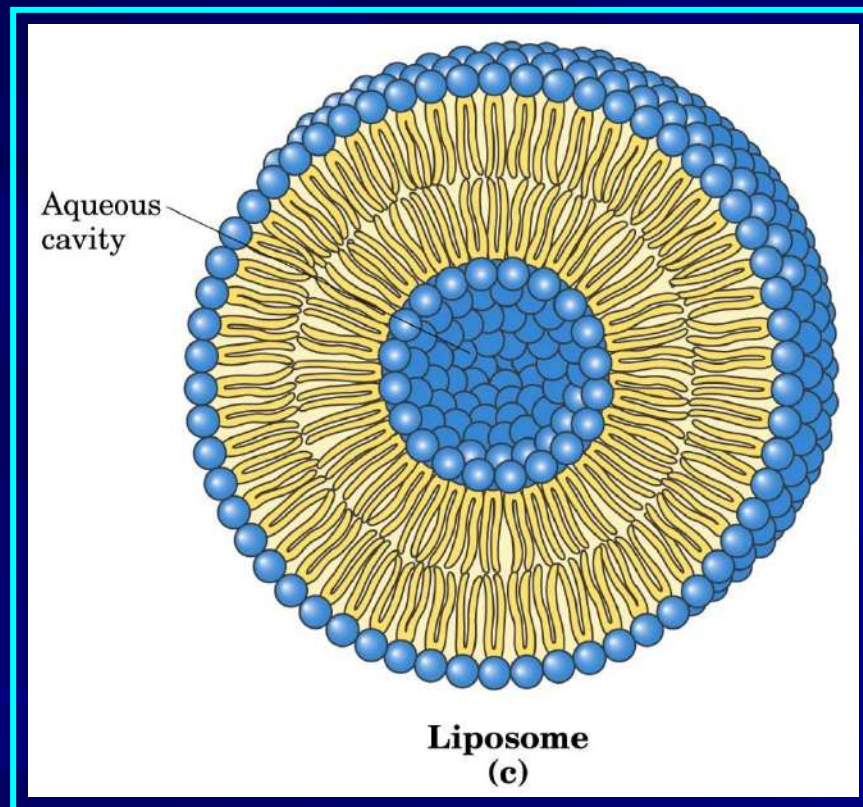
es. glicerofosfolipidi, sfingolipidi.

(a) Micella

(b) Doppio strato



I LIPOSOMI



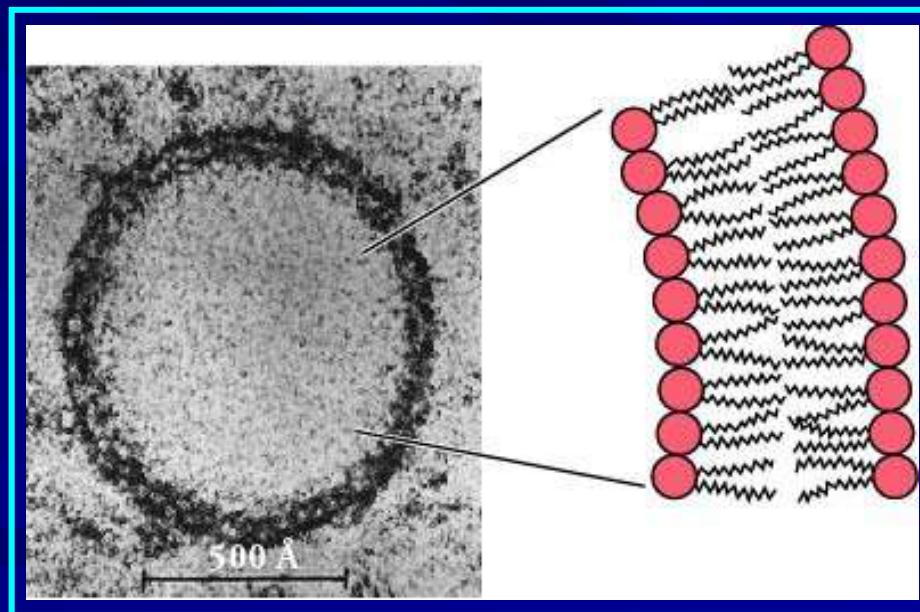
Si possono formare da una sospensione di fosfolipidi;

il doppio strato si avvolge su se stesso, formando una vescicola tridimensionale, nella quale sia la superficie esterna sia quella interna sono polari,

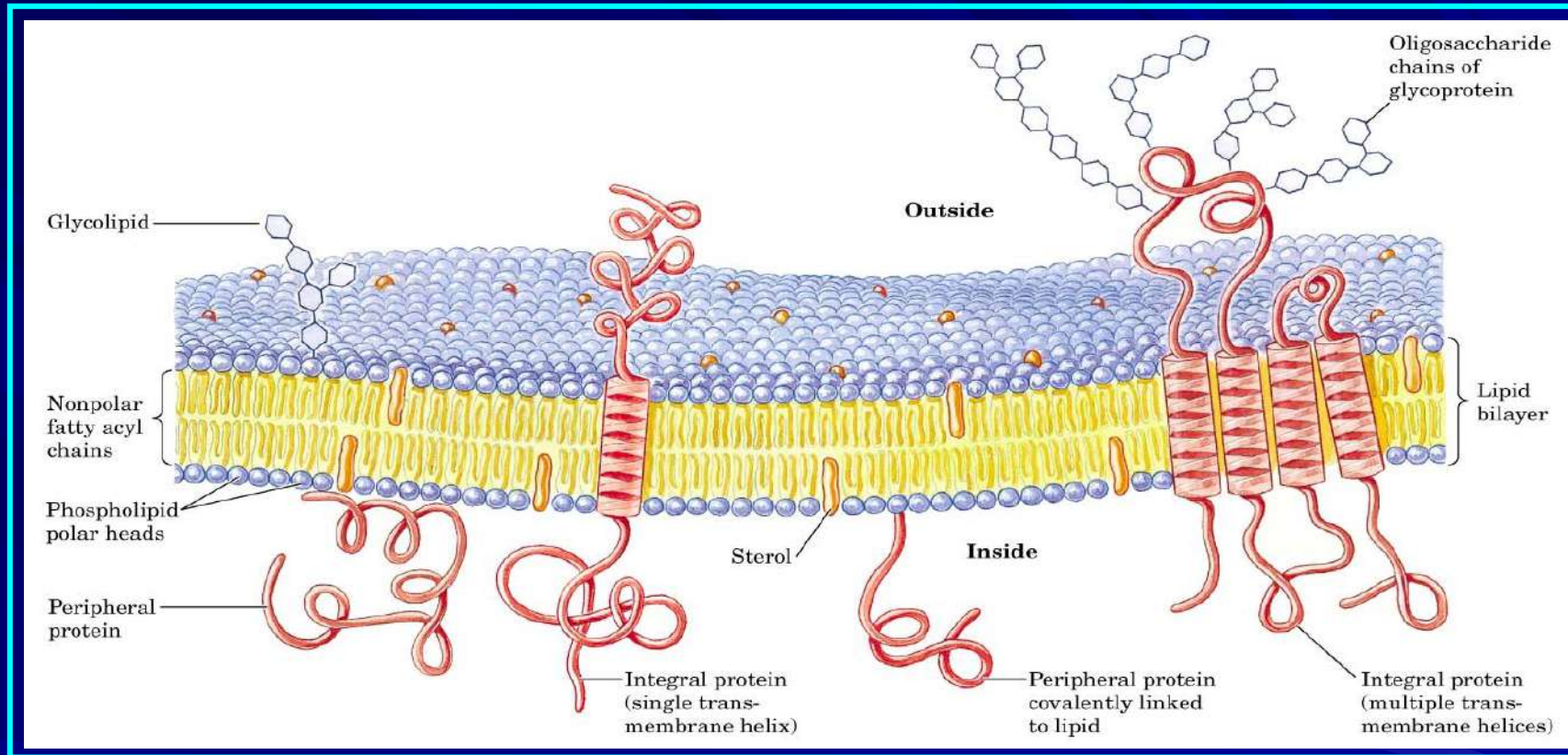
essi hanno un diametro di diverse centinaia di Å.

I LIPOSOMI

Essi possono essere usati come modelli semplici di membrane cellulari, per studiare le interazioni lipidi-proteine e come veicoli per trasportare farmaci, data la loro capacità di integrarsi con la membrana di molte cellule.



LA MEMBRANA CELLULARE



Ha la funzione di controllo della diffusione delle sostanze all'interno e all'esterno delle cellule.