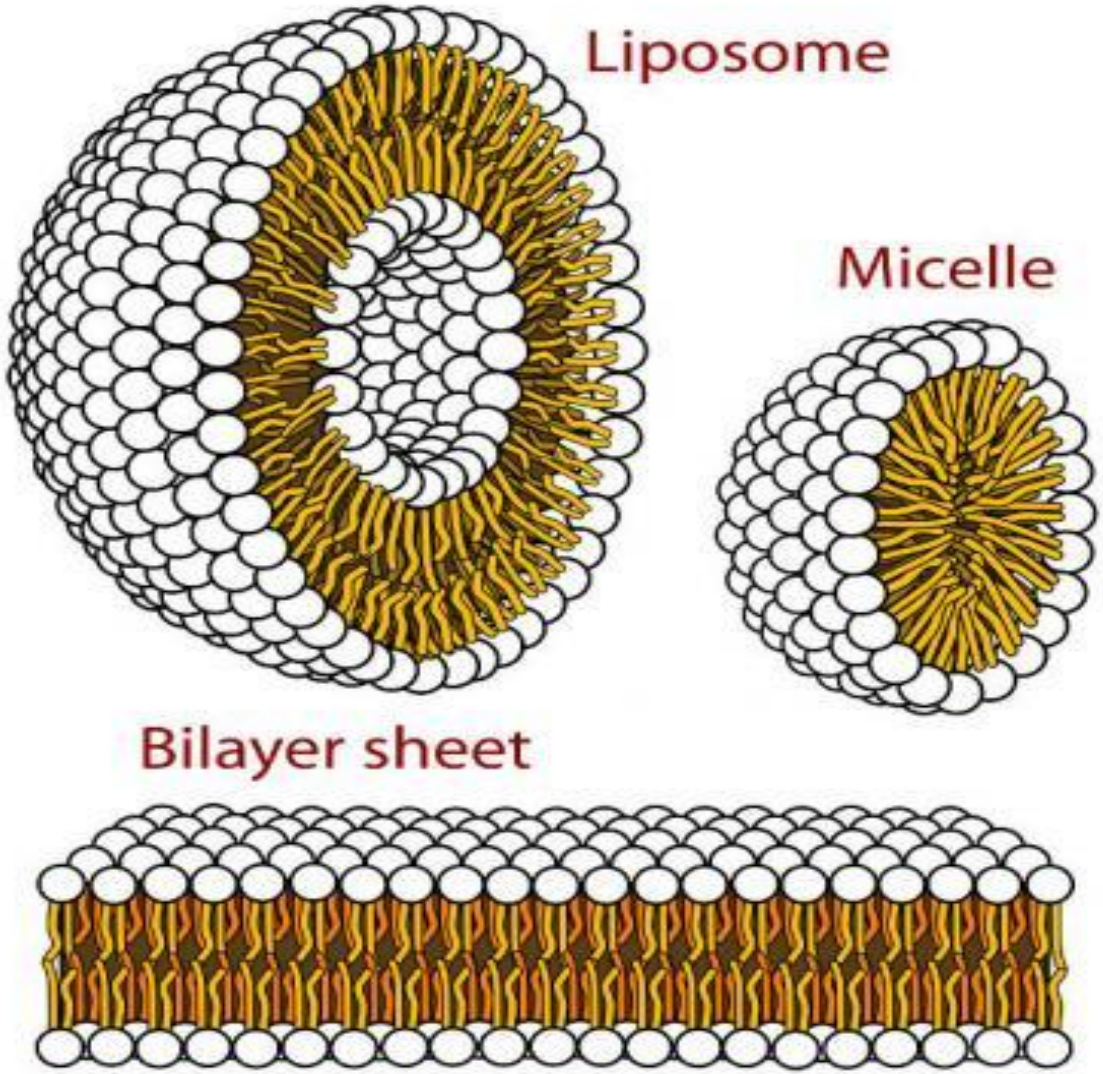
ЛИПИДЫ

Определение

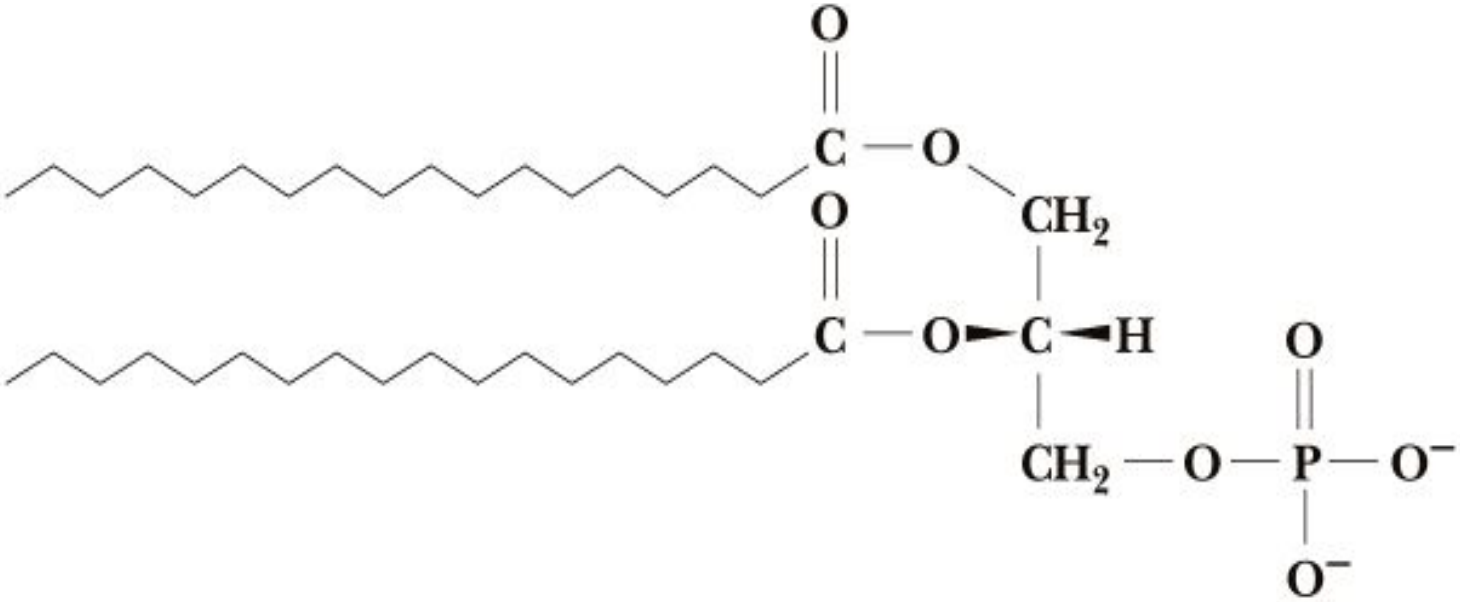
Липиды **– группа структурно и функционально различных соединений растительного, животного и микробиального происхождения общим свойством которых является хорошая растворимость в неполярных органических растворителях (эфире, бензоле, хлороформе и т.п.) и нерастворимость в воде.**

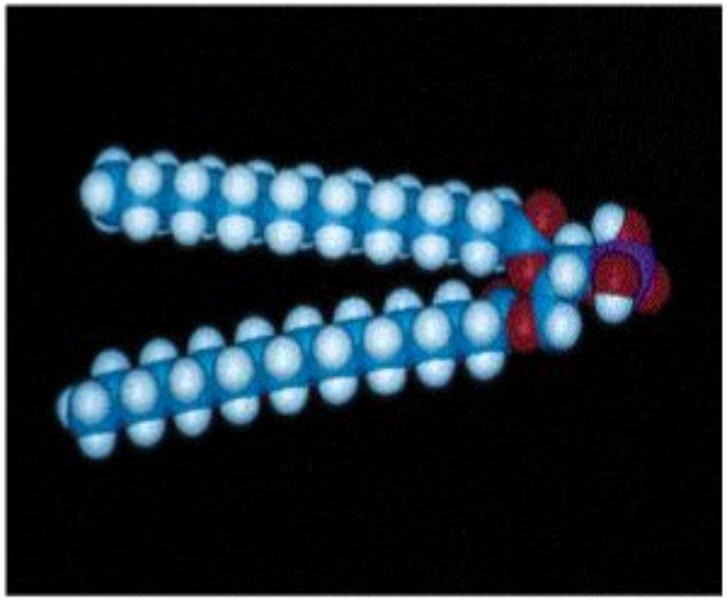
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ



Структурная.

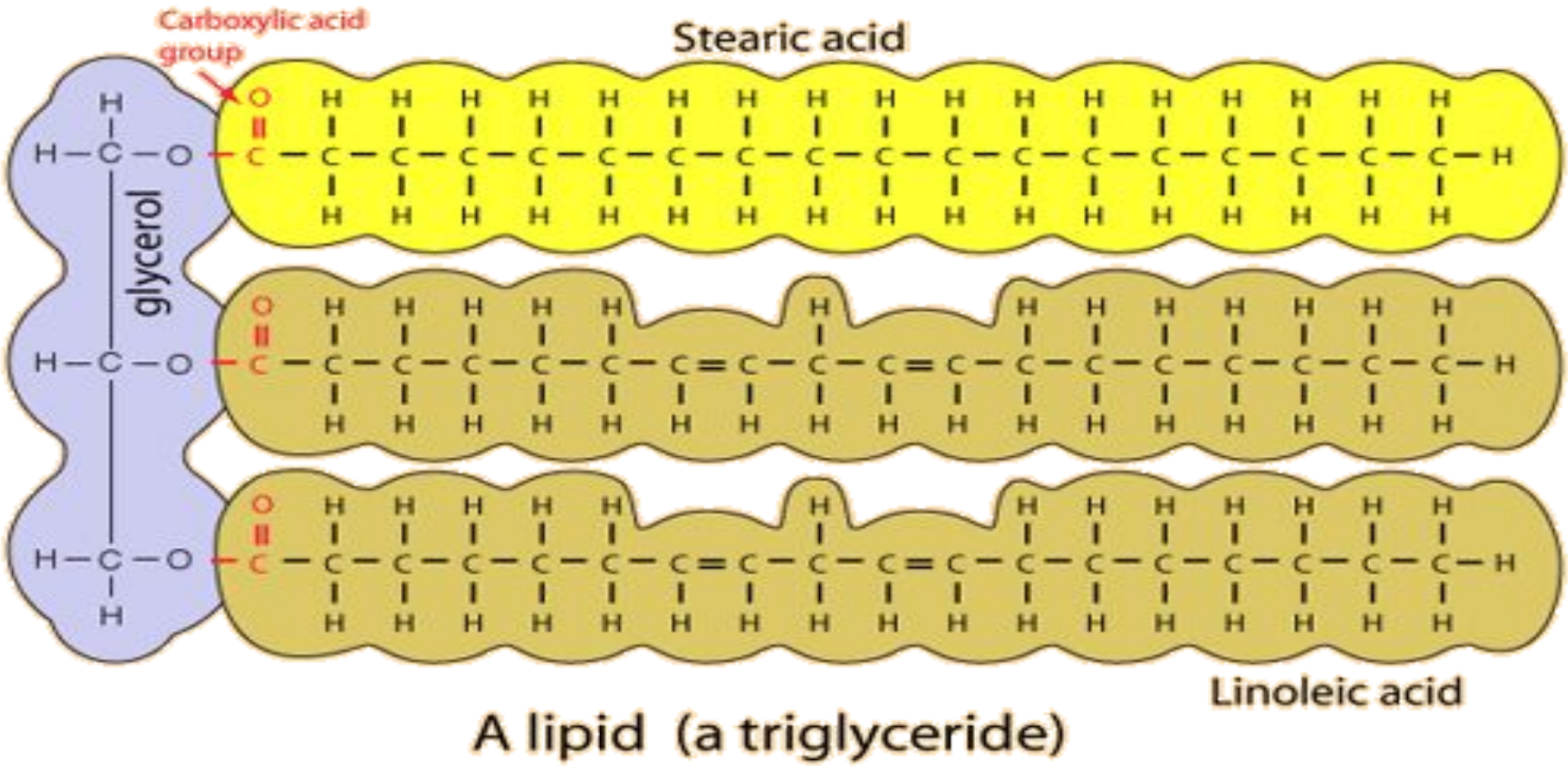
Сложные липиды и холестерин амфифильны (обладают гидрофильным и и гидрофобными свойствами), они образуют все клеточные мембраны.



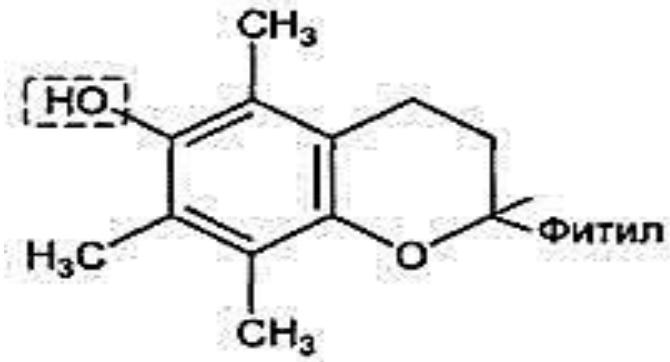


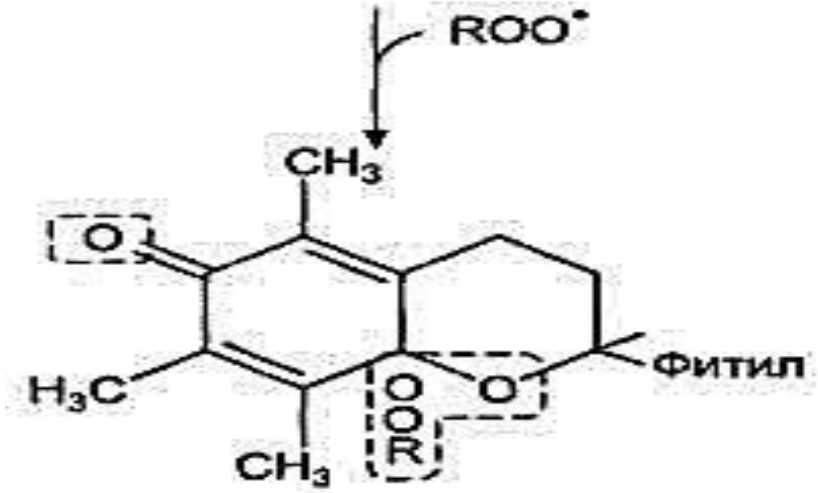
Saunders College Publishing

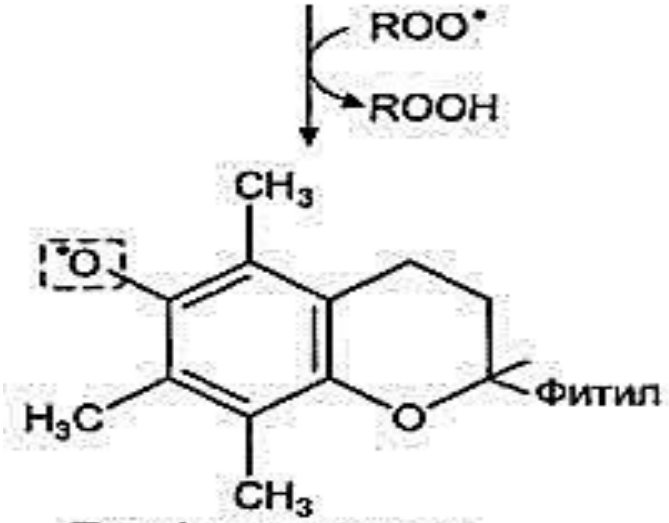
Энергетическая. **В организме до 33 % всей энергии АТФ образуется за счет окисления липидов.**



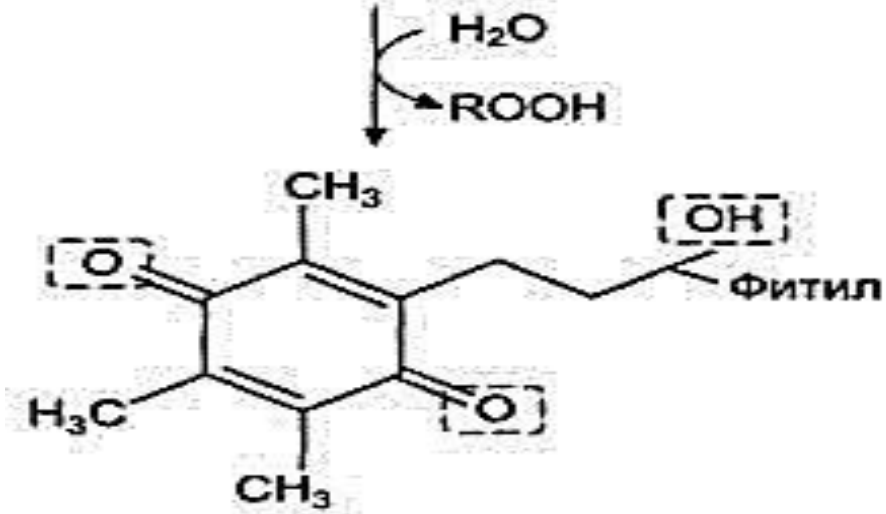
Антиоксидантная. **Витамины А, Е, препятствуют образованию свободных радикалов в клетке.**





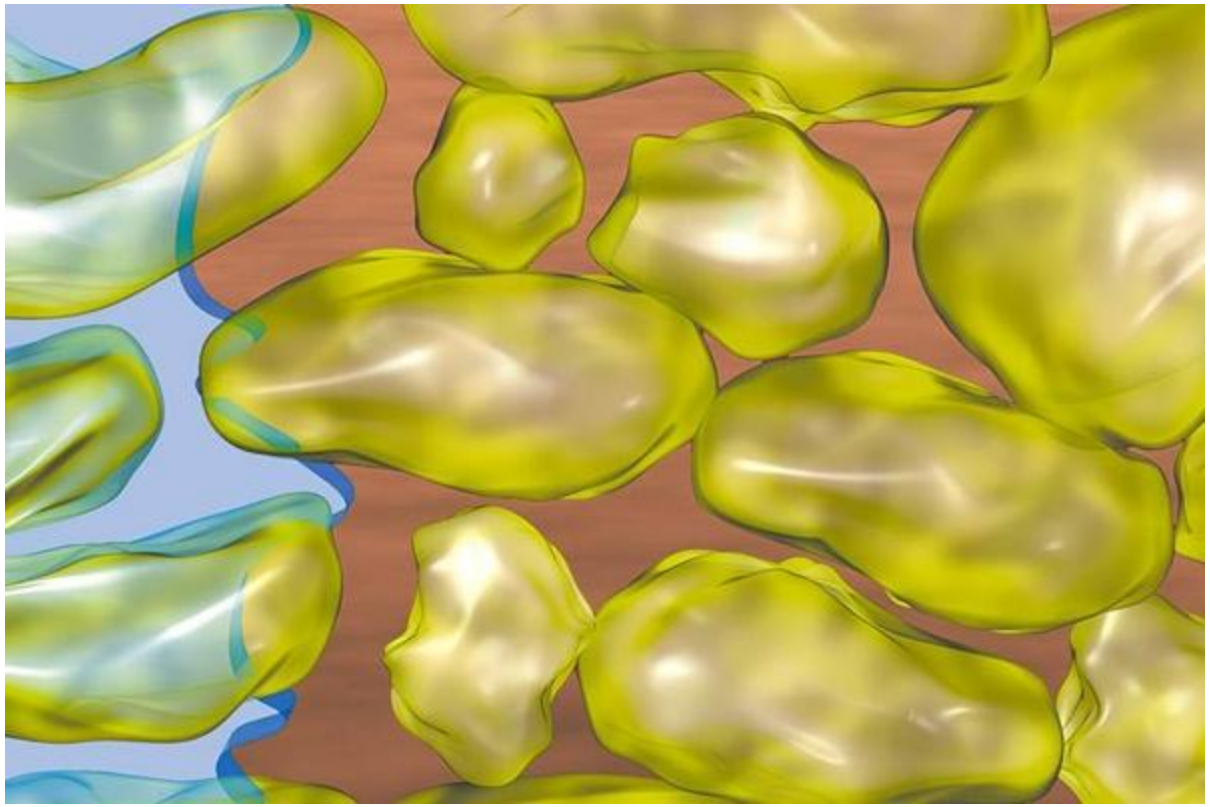


Токоферилрадикал

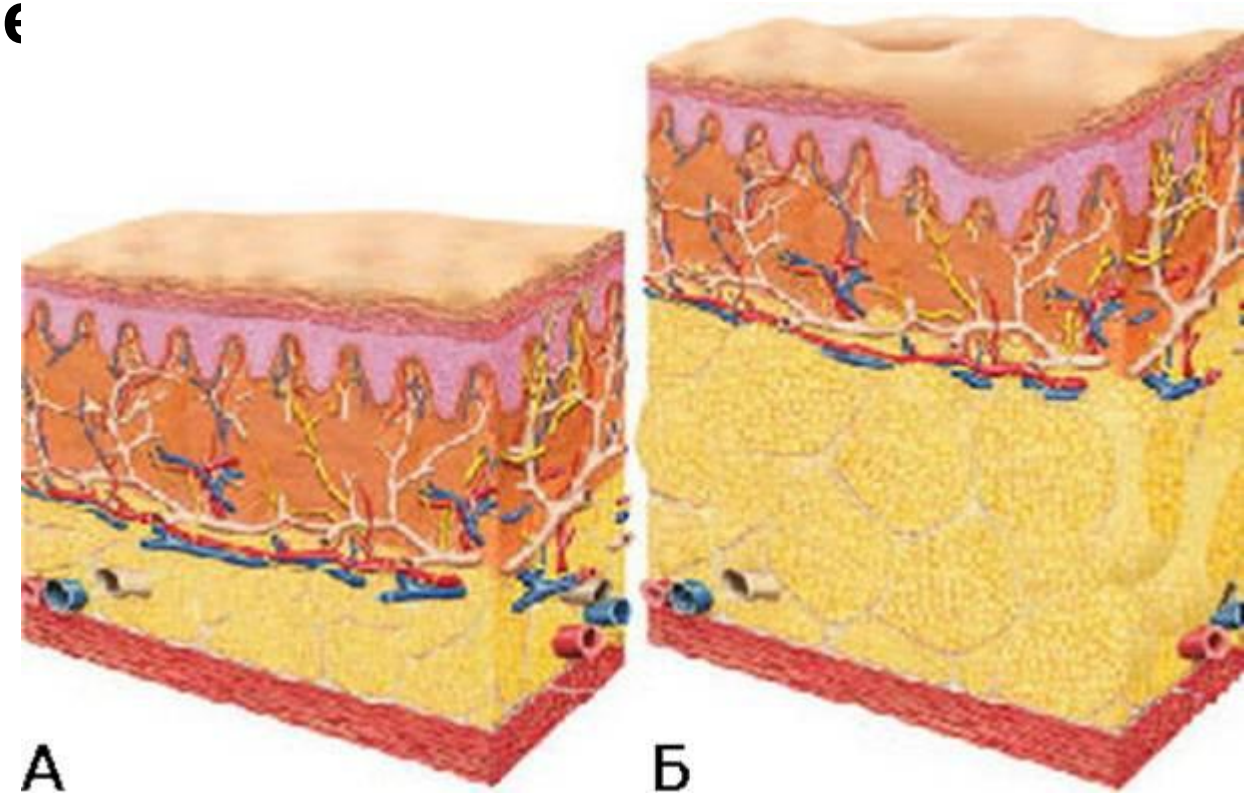


Токоферолхинон

Запасающая. **Триацилглицериды являются формой хранения жирных кислот.**



Защитная. **Триацилглицериды, в составе жировой ткани, обеспечивают теплоизоляционную и механическую защиту тканей. Воска образуют защитную смазку на коже че**

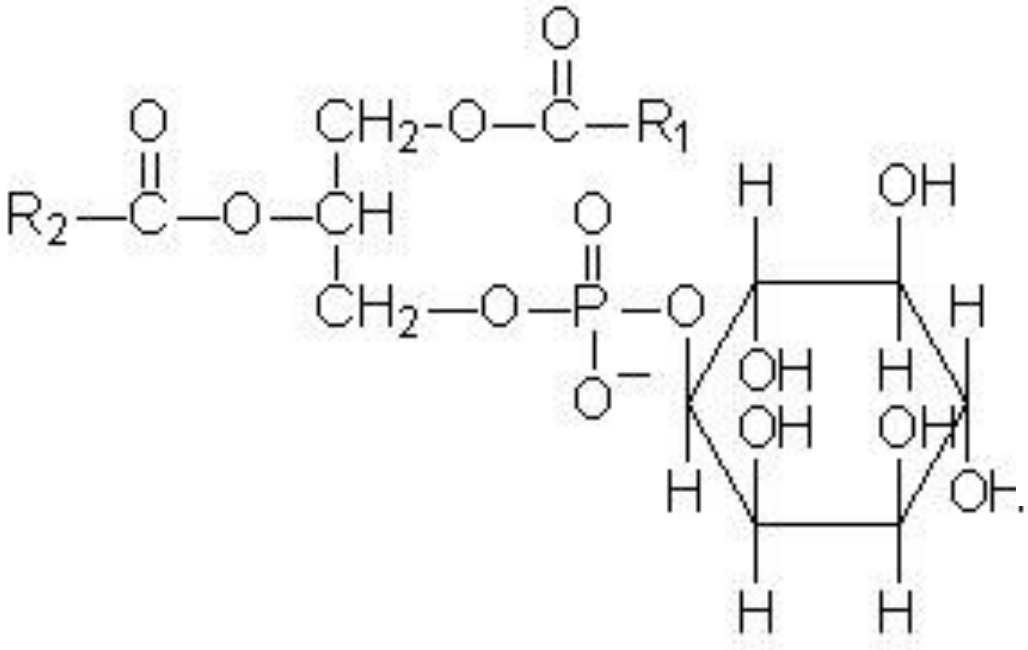


Регуляторная. **Липиды являются предшественниками гормонов**

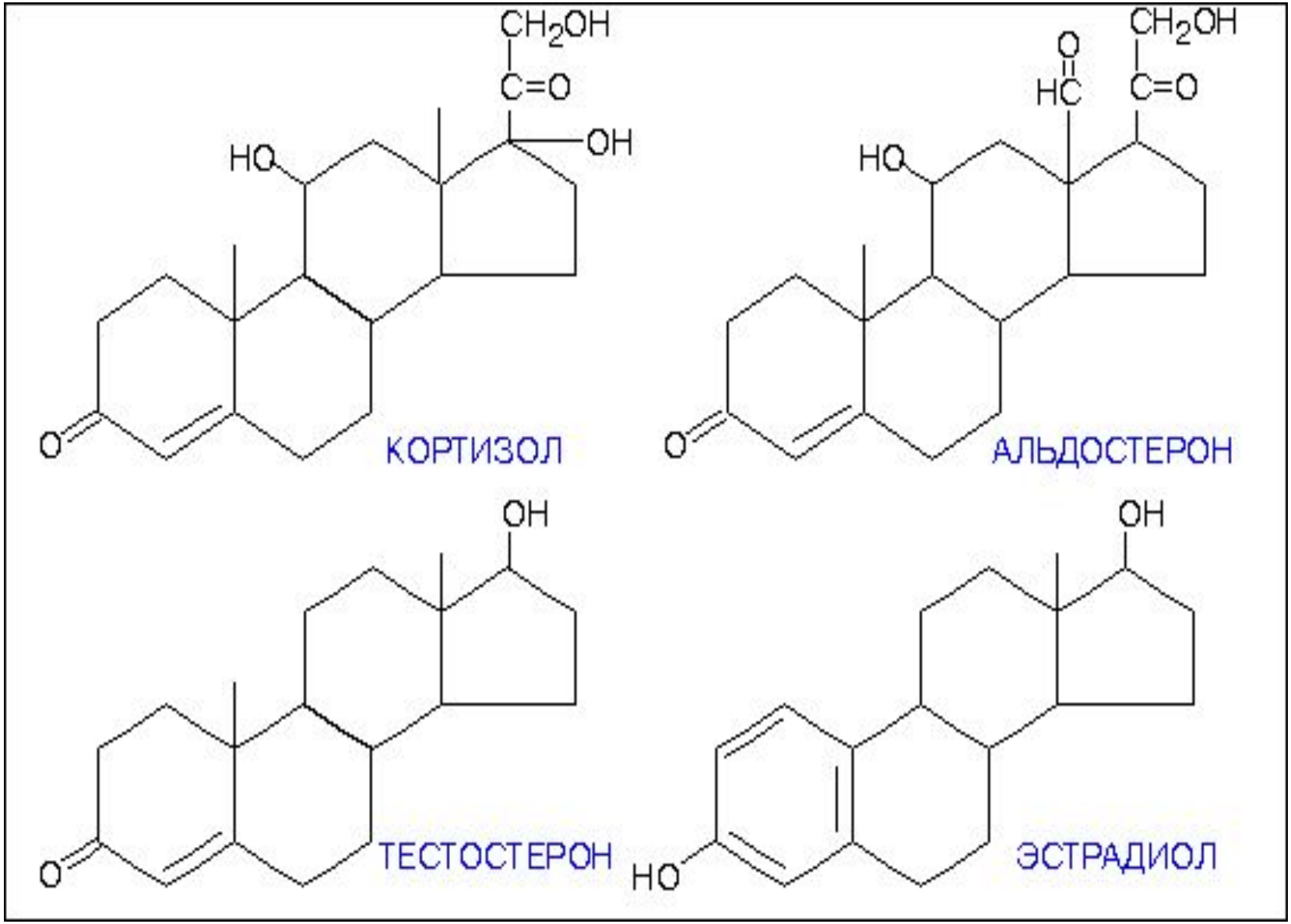
Фосфотидилинозитолы

инозитол

эйкозаноиды (лейкотриены, тромбоксаны



Холестерол


CH2OH
C=O
OH
HO
O
КОРТИЗОЛ
O
HC
CH2OH
C=O
HO
O
АЛЬДОСТЕРОН
OH
O
ТЕСТОСТЕРОН
OH
HO
ЭСТРАДИОЛ

Пищеварительная. **Желчные кислоты, фосфолипиды, холестерин обеспечивают эмульгирование и всасывание липидов.**

Информационная. **Ганглиозиды обеспечивают межклеточные контакты.**

КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРОЕНИЕ ЛИПИДОВ

по способности к гидролизу в щелочной среде с образованием мыл

- *омыляемые* (содержат в составе жирные кислоты)
- *неомыляемые* (однокомпонентные)

по количеству компонентов делятся

- *простые* (состоят из 2 классов соединений)
- *сложные* (состоят из 3 и более классов)

по сродству к воде делятся

- *полярные* (имеют полярные группы)
- *неполярные* (состоят только из гидрофобных структур)

по структурно-функциональным свойствам

- *Депонирующие*
- *Мембранные*
- *Сигнальные*

Омыляемые липиды содержат в своем составе в основном спирты глицерин (глицеролипиды) или сфингозин (сфинголипиды), по количеству компонентов они делятся на простые (состоят из 2 классов соединений) и сложные (состоят из 3 и более классов).

Неомыляемые липидам относят стероиды, жирные кислоты (структурный компонент омыляемых липидов), витамины А, Д, Е, К и терпены (углеводороды, спирты, альдегиды и кетоны с несколькими звеньями изопрена).

Простые липиды:

1) воски (сложный эфир высшего одноатомного спирта и жирной кислоты);

2) триацилглицериды, диацилглицериды, моноацилглицериды (сложный эфир глицерина и жирных кислот). У человека весом в 70 кг триглицеридов около 10 кг.

3) церамиды (сложный эфир сфингозина и жирной кислоты С18-26) – лежат в основе сфинголипидов;

СЛОЖНЫЕ ЛИПИДЫ:

1) *фосфолипиды* (содержат фосфорную кислоту):

а) фосфоглицеролипиды (сложный эфир глицерина и 2 жирных кислот, содержит фосфорную кислоту и аминоспирт)

б) кардиолипины (2 фосфатидные кислоты, соединенные через глицерин);

в) плазмалогены (сложный эфир глицерина и жирной кислоты, содержит ненасыщенный одноатомный высший спирт, фосфорную кислоту и аминоспирт)

г) сфингомиелины (сложный эфир сфингозина и жирной кислоты С18-26, содержит фосфорную кислоту и аминоспирт – холин);

2) *гликолипиды* (содержат углевод):

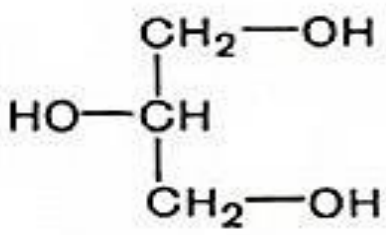
а) цереброзиды (сложный эфир сфингозина и жирной кислоты С18-26, содержит гексозу: глюкозу или галактозу);

б) сульфатиды (сложный эфир сфингозина и жирной кислоты С18-26, содержит гексозу к которой присоединена в 3 положение серная кислота);

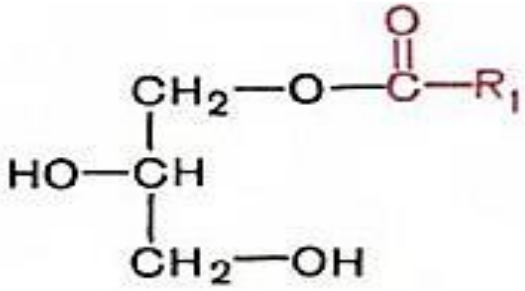
в) ганглиозиды (сложный эфир сфингозина и жирной кислоты С18-26, содержит олигосахарид из гексоз и сиаловых кислот).

Жиры (ацилглицеролы)

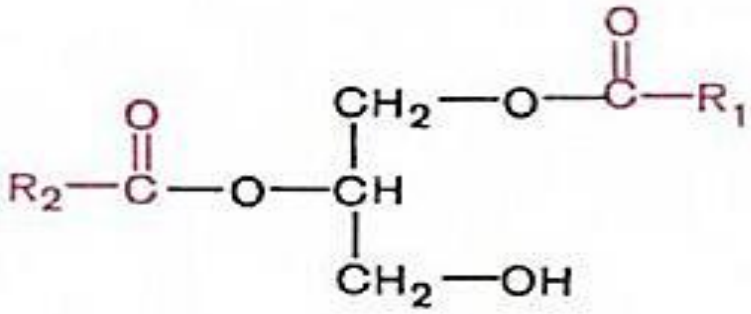
Сложные эфиры трехатомного спирта глицерола (1,2,3-пропантриола) и жирных кислот



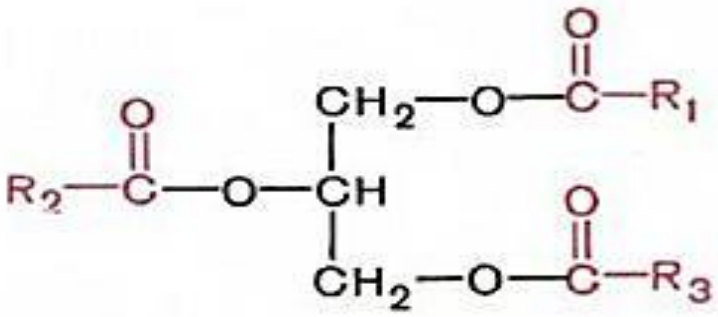
Глицерин (глицерол)



Моноглицерид (моноацилглицерол)



Диглицерид (диацилглицерол)



Триглицерид (триацилглицерол)

Жирные кислоты

монокарбоновые кислоты с четным числом углеродных атомов (от 4 до 24 и более); чаще всего встречаются жирные кислоты с 16 или 18 атомами углерода.

- *насыщенные* (не содержащие двойных связей)
- *ненасыщенные,* или *непредельные* (содержат одну или несколько двойных связей).

Тривиальное название	Сокращенное обозначение	Структура	Температура плавления, °С
Насыщенные кислоты			
Масляная	4 : 0	$CH_3(CH_2)_2COOH$	- 6,5
Капроновая	8 : 0	$CH_3(CH_2)_6COOH$	16,3
Лауриновая	12 : 0	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	44,2
Миристиновая	14 : 0	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	53,9
Пальмитиновая	16 : 0	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	63,1
Стеариновая	18 : 0	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	69,6
Арахиновая	20 : 0	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	76,5
Ненасыщенные кислоты			
Пальмитоолеиновая	16 : 1(9)	$CH_3(CH_2)_5CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	- 0,5
Олеиновая	18 : 1(9)	$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	+13,4
Линолевая	18 : 2(9, 12)	$CH_3(CH_2)_3(CH_2{-}CH{=}CH)_2(CH_2)_7COOH$	- 5,0
Линоленовая	18:3(9,12,15)	$CH_3(CH_2{-}CH{=}CH)_3{-}CH_2)_7COOH$	-11,0
Арахидоновая	20 : 4(5,8,11, 14)	$CH_3(CH_2)_3(CH_2{-}CH{=}CH)_4(CH_2)_3COOH$	- 49,5

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРИГЛИЦЕРИДОВ

Температура плавления

Жир	Температура плавления, °С	Масло	Температура плавления,°С
Молочный	28-33	Хлопковое	-1 ÷ -6
Гусиный	26-34	Оливковое	-2 ÷ -6
Свиной	28-40	Подсолнечное	-16 ÷ -19
Говяжий	40-50	Конопляное	-17 ÷ -25
Бараний	44-55	Льняное	-17 ÷ -27

Химические константы жиров

Число омыления – масса гидроксида калия в миллиграммах, необходимая для нейтрализации свободных и связанных с глицеролом жирных кислот, получающихся при омылении одного грамма жира.

Кислотное число – масса гидроксида калия в миллиграммах, необходимая для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в одном грамме жира.

Йодное число показывает содержание в жире ненасыщенных жирных кислот. Оно выражается массой йода в граммах, которая может быть связана 100г жира.

Гидрирование, **в процессе которого происходит присоединение водорода по месту двойных связей**

Окислительное прогоркание**, обусловленное окислением ненасыщенных жирных кислот молекулярным кислородом, который присоединяется по месту двойных связей, образуя перекиси**

ПОЛ (перекисное окисление липидов) **– цепные реакции, обеспечивающие расширенное воспроизводство свободных радикалов, частиц, имеющих неспаренный электрон, которые инициируют дальнейшее распространение перекисного окисления.**

Воски

Жироподобные вещества с температурой плавления 40 – 90 °С, растворимые в неполярных органических растворителях.

Сложные эфиры, образованные длинноцепочечными насыщенными или ненасыщенными жирными кислотами с четным числом углеродных атомов обычно в пределах 14 – 36 и длинноцепочечными спиртами жирного (реже ароматического) ряда с числом углеродных атомов в пределах 16 – 31.

Пчелиный воск – вещество, выделяемое восковыми железами рабочих пчел; является основой пчелиных сотов.

Состоит из смеси сложных эфиров, образованных высшими жирными кислотами и высшими спиртами, свободных жирных кислот (до 13,5%) и углеводородов (до 12,5%).

Из сложных эфиров в пчелином воске преобладает ***мирицилпальмитат –***

$$\mathbf{CH_3{-}(CH_2)_{14}{-}CO{-}O{-}CH_2{-}(CH_2)_{28}{-}CH_3}$$

Ланолин. Получают после специальной обработки «шерстяного жира» (жиропот овечьей шерсти) – вещества, выделяемого кожными железами овец и обильно покрывающего шерсть (5 – 6 % от массы шерсти).

Смесь почти равных количеств высших жирных кислот (ланолиновой, ланопальмитиновой, ланостеариновой и др.), высших спиртов (цетилового, холестерола, ланостерола и др.) и их сложных эфиров. Отличается от других восков высоким содержанием стеролов (холестерола, эргостерола и др.).

Спермацет содержится в специальном спермацетовом мешке головы кашалота, расположенном над длинной верхней челюстью.

Состоит на 90 % из *цетилпальмитата* –

$\mathbf{CH_3{-}(CH_2)_{14}{-}CO{-}O{-}CH_2{-}(CH_2)_{14}{-}CH_3}$.

Остальная часть спермацета – эфиры *цетилового* –

$\mathbf{CH_3{-}(CH_2)_{14}{-}CH_2OH}$ и других высших спиртов с лауриновой, миристиновой и стеариновой кислотами.

Карнаубский воск получают из листьев бразильской восковой пальмы.

Эфир мирицилового спирта и церотиновой кислоты (мирицилцеротинат): $\mathbf{CH_3{-}(CH_2)_{24}{-}CO{-}O{-}CH_2{-}(CH_2)_{28}{-}CH_3}$.