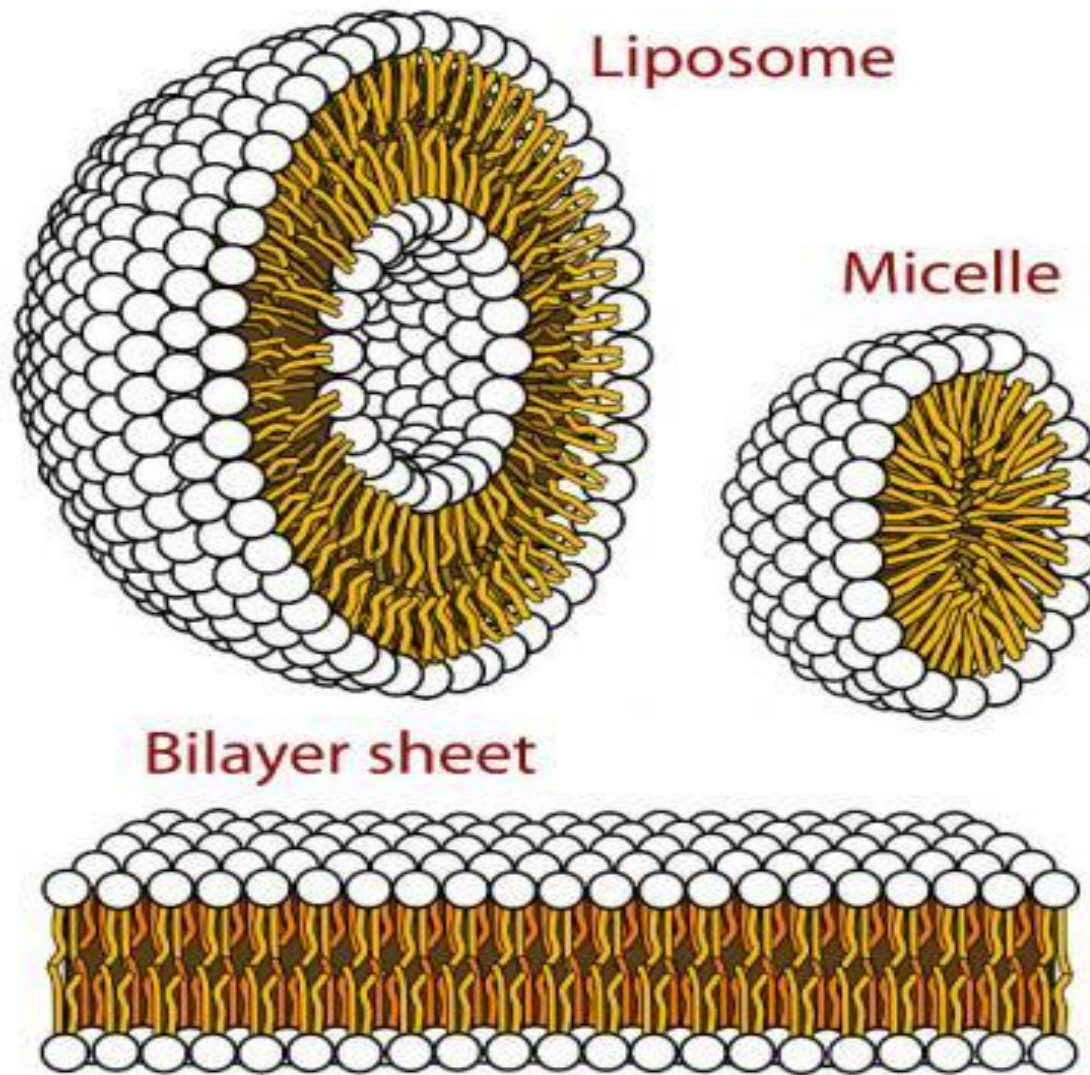


# ЛИПИДЫ

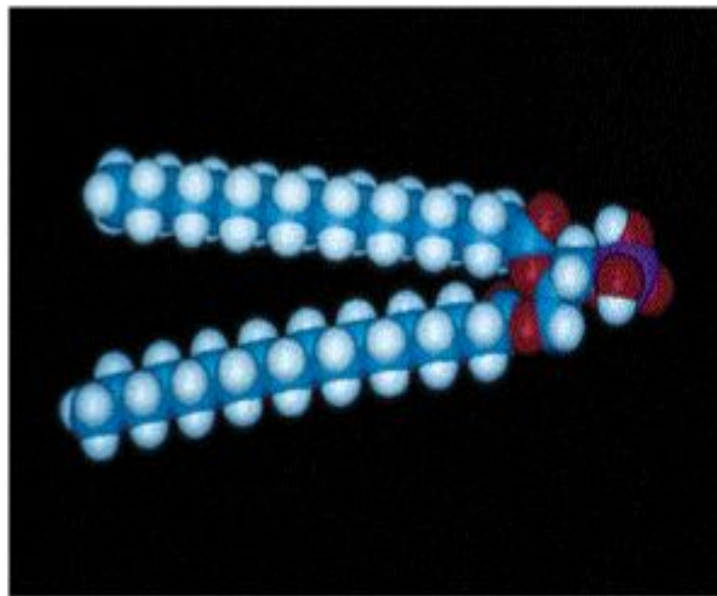
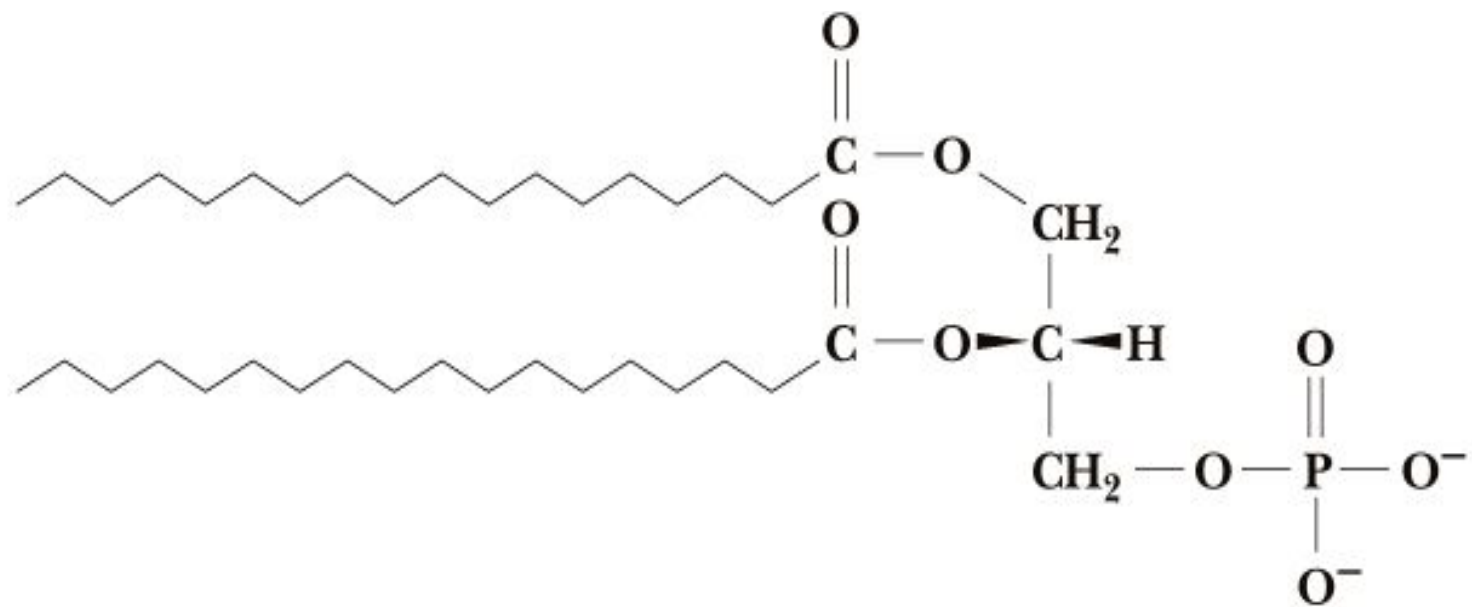
## **Определение**

**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.

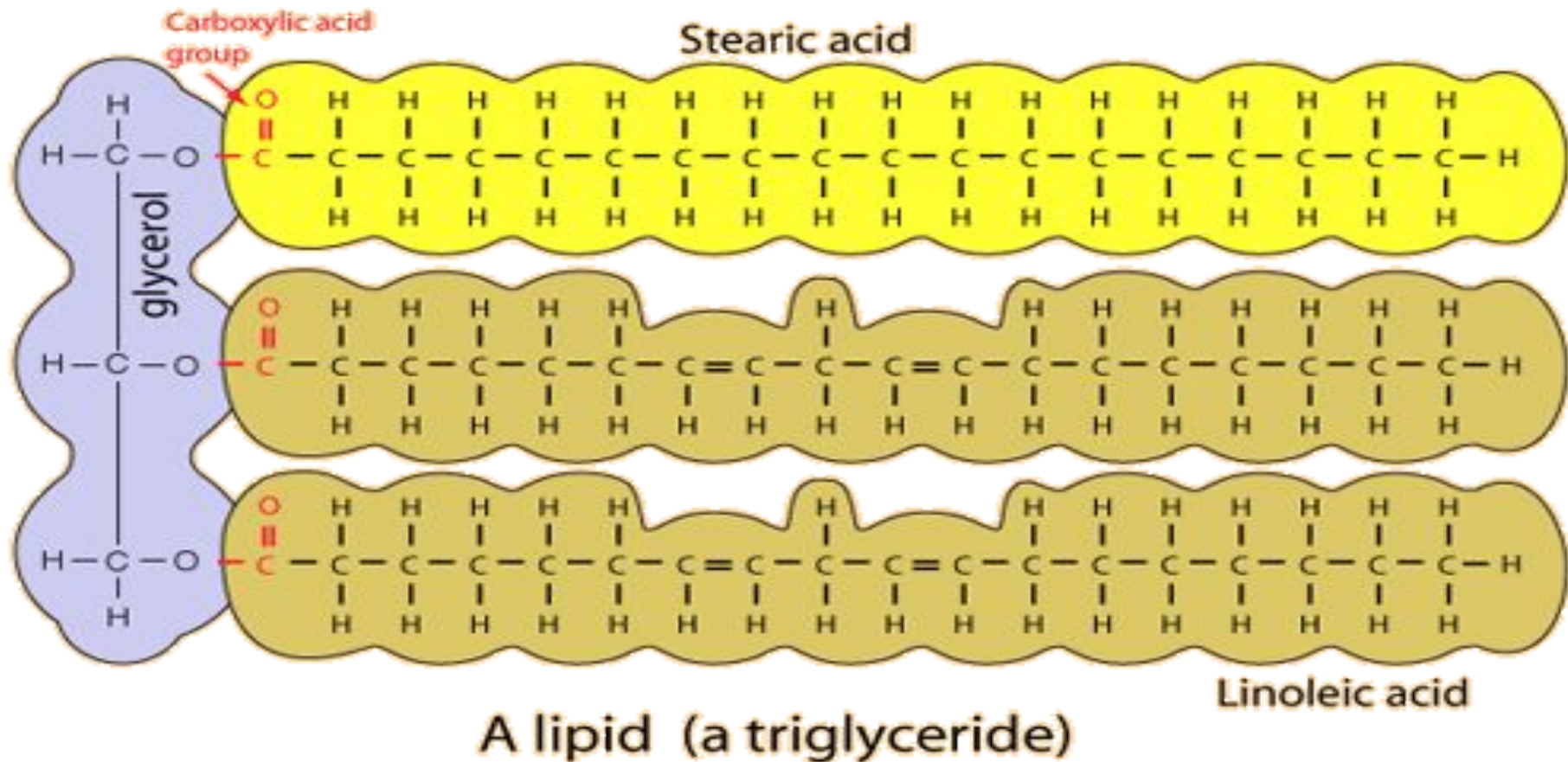
# БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ



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

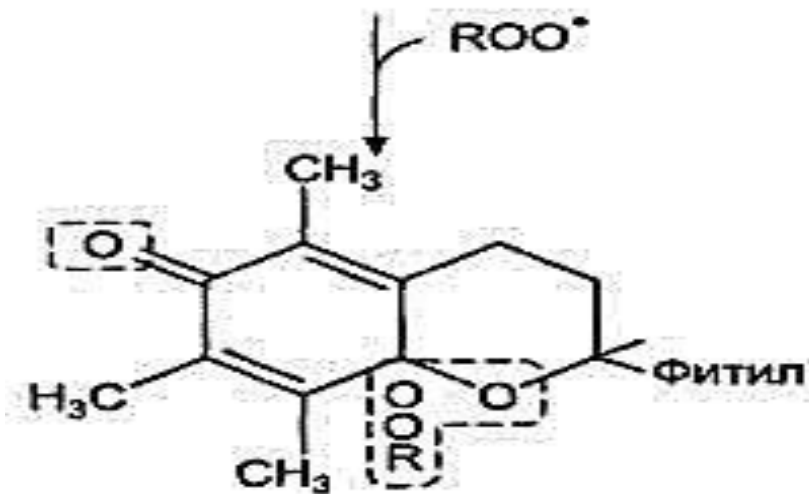
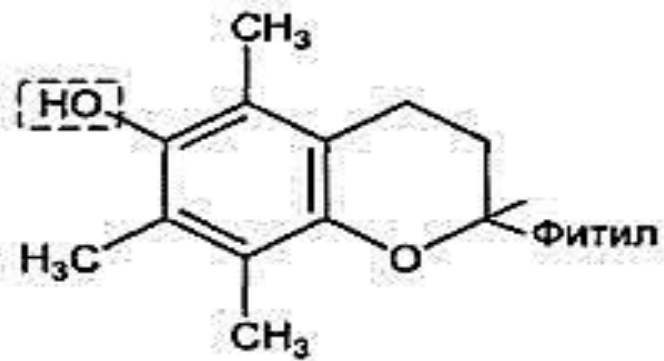


**Энергетическая.** В организме до 33 %  
всей энергии АТФ образуется за счет  
окисления липидов.

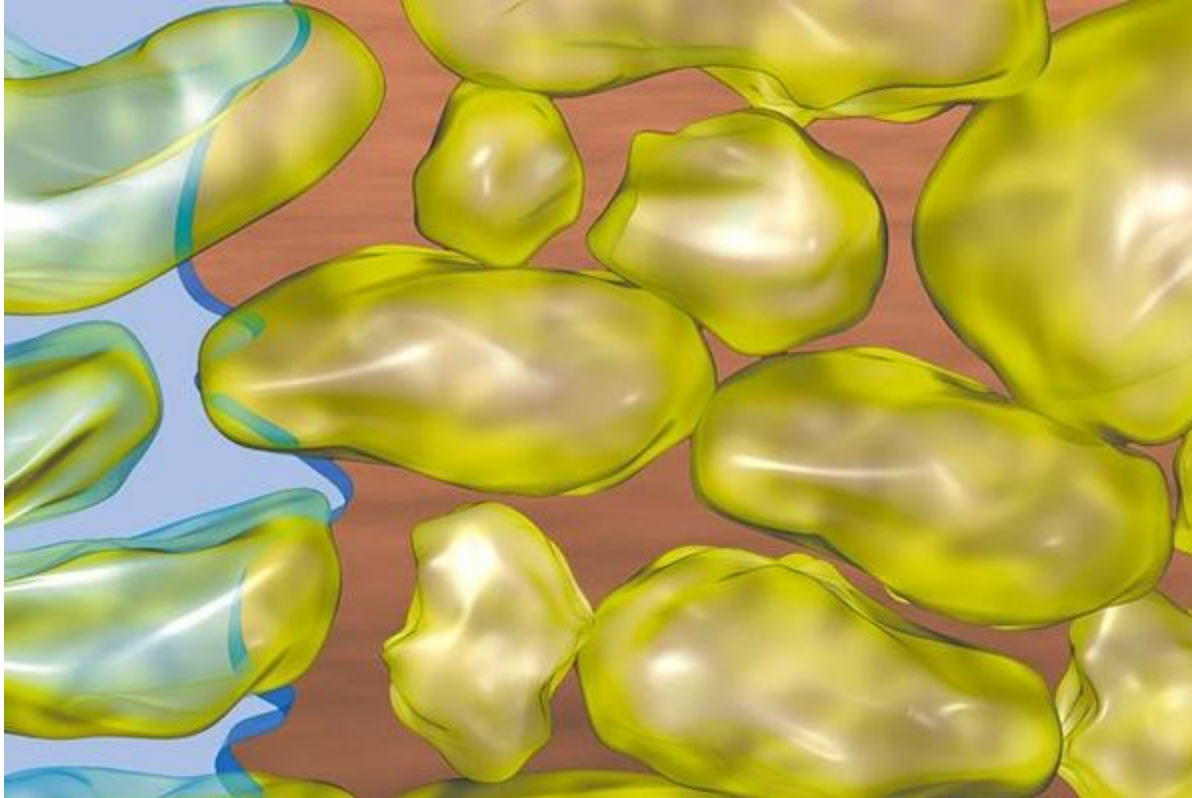




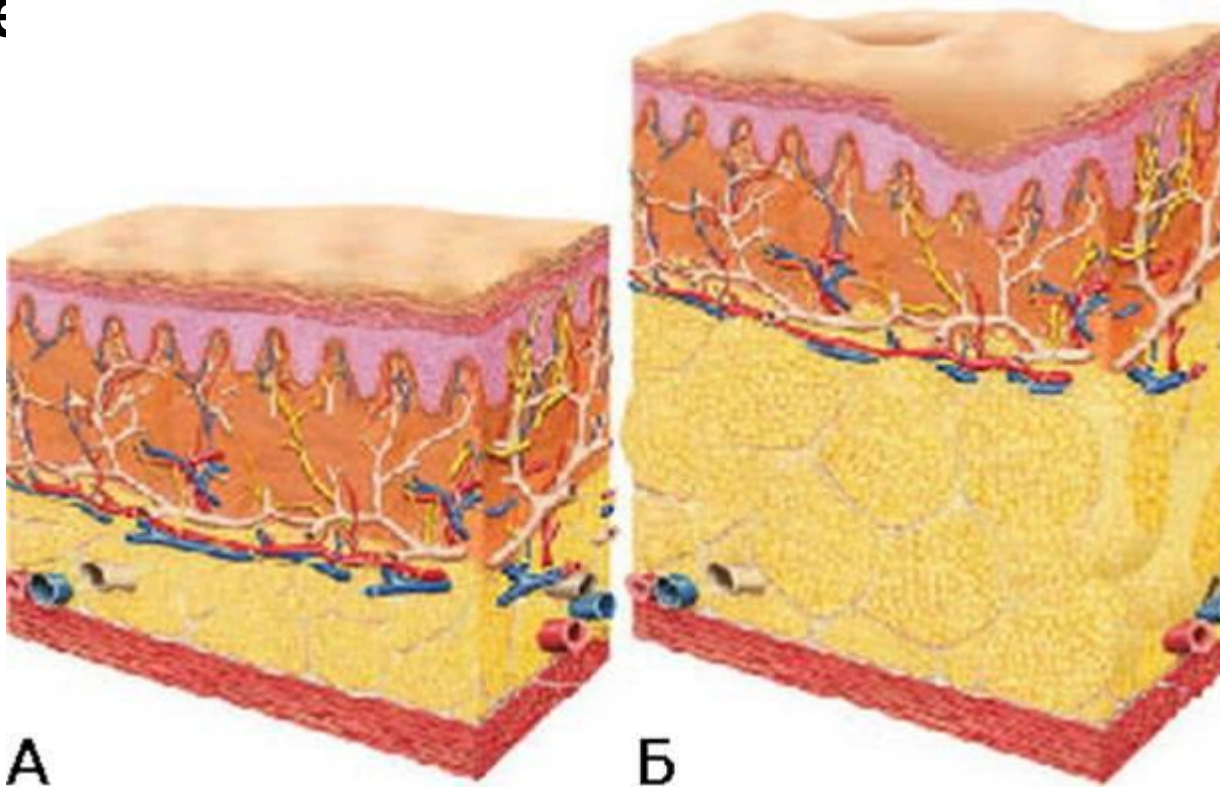
**Антиоксидантная.** Витамины А, Е, препятствуют образованию свободных радикалов в клетке.



***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 чл



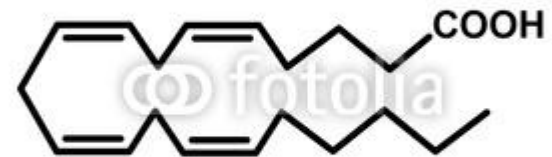
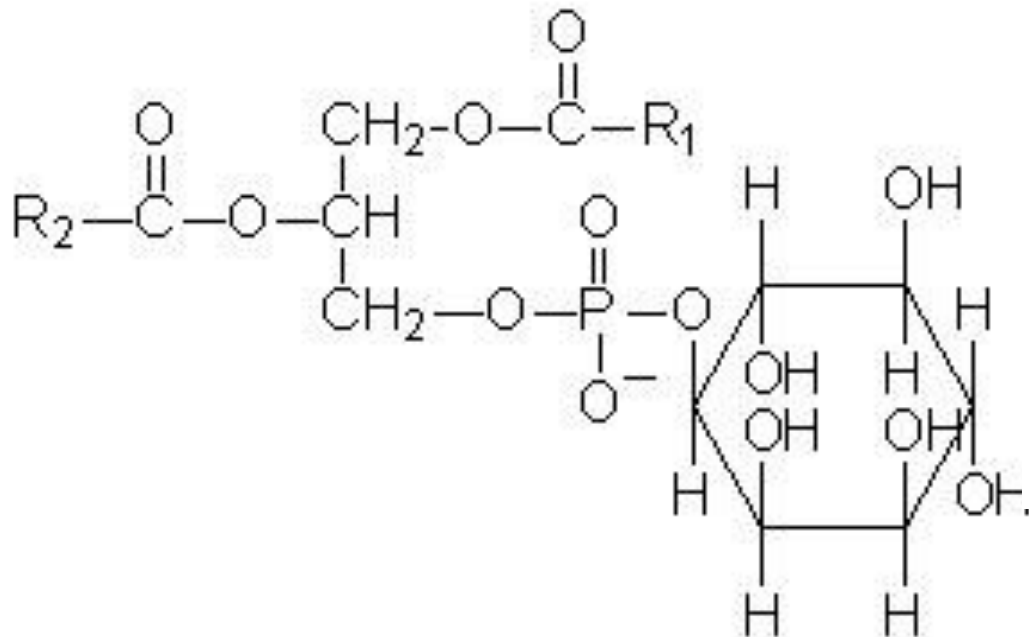


# **Регуляторная.** Липиды являются предшественниками гормонов

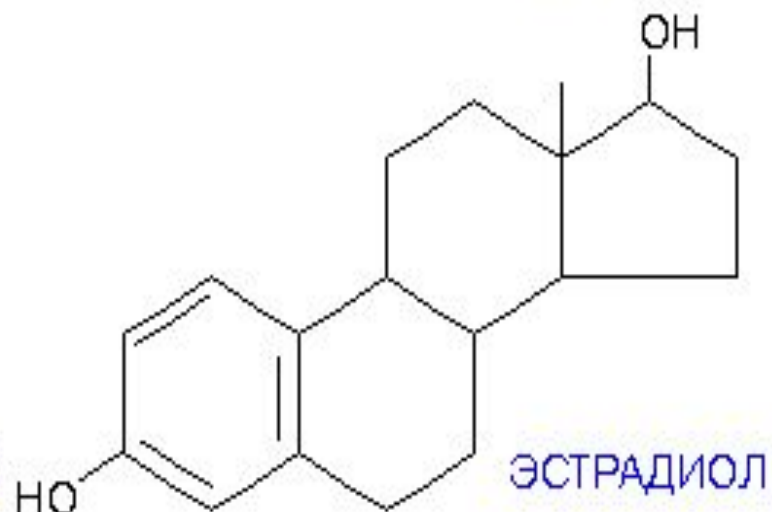
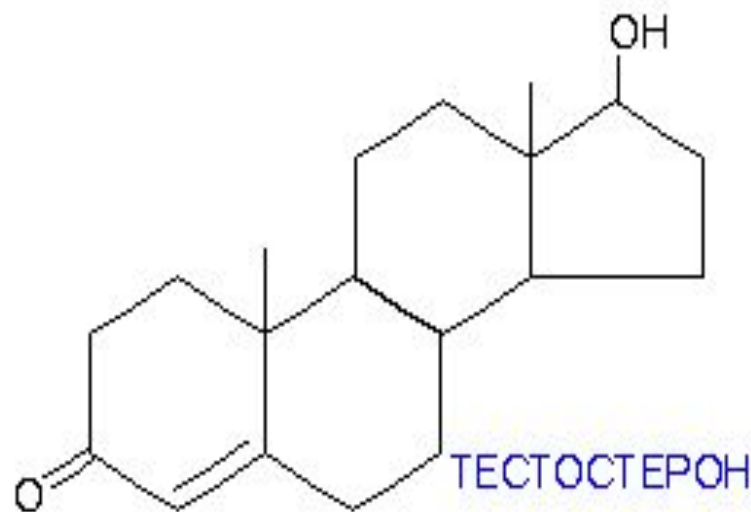
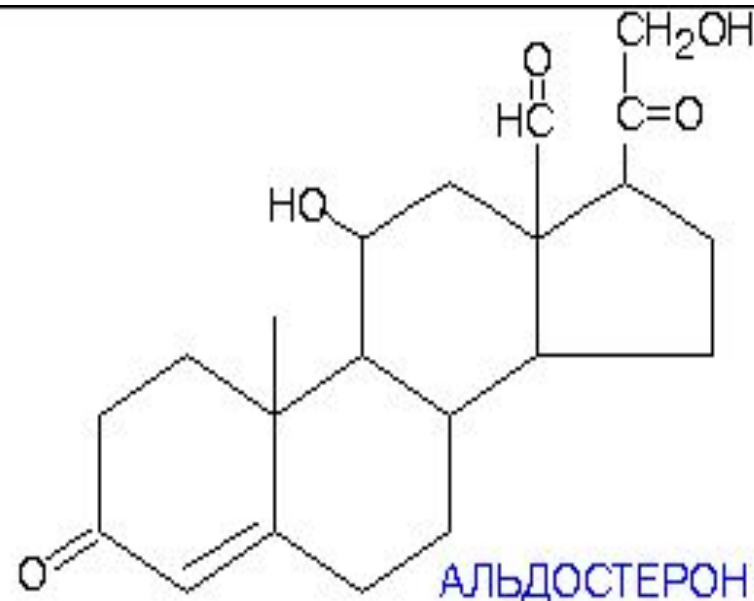
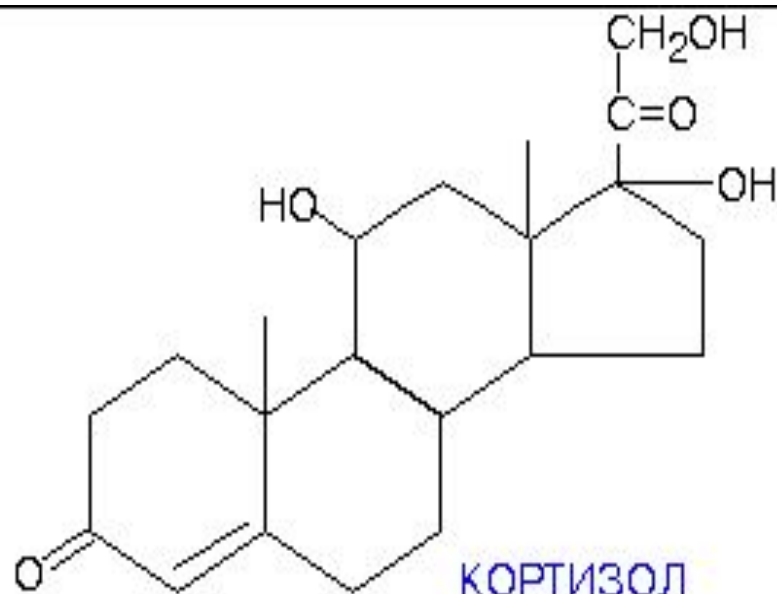
## Фосфотицинозитолы

инозитол

эйкозаноиды  
(лейкотриены,  
простагландины)



# Холестерол



***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 C18-26) – 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):

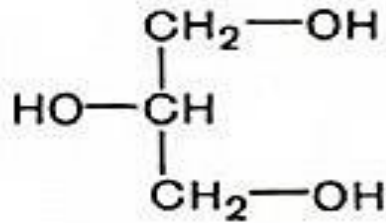
а) *цереброзиды* (сложный эфир сфингозина и жирной кислоты С18-26, содержит гексозу: глюкозу или галактозу);

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

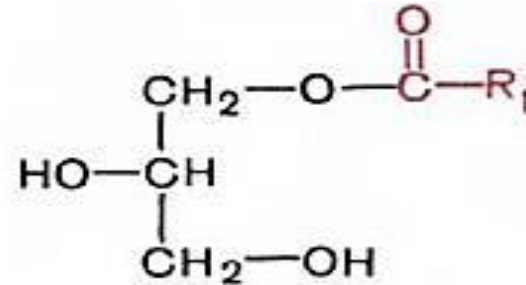
в) *ганглиозиды* (сложный эфир сфингозина и жирной кислоты С18-26, содержит олигосахарид из гексоз и сиаловых кислот).

# Жиры

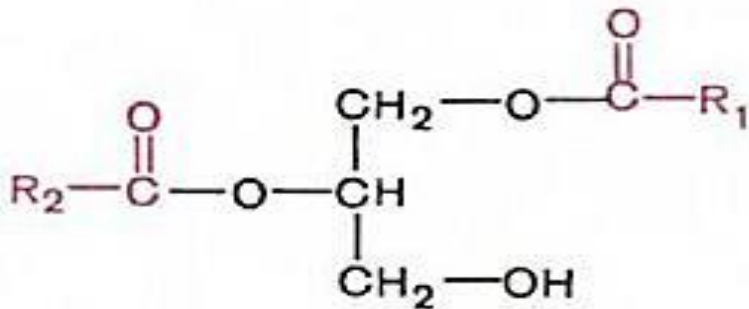
Сложные эфиры (ацилглицеролы) трехатомного спирта глицерола (1,2,3-пропантриола) и жирных кислот



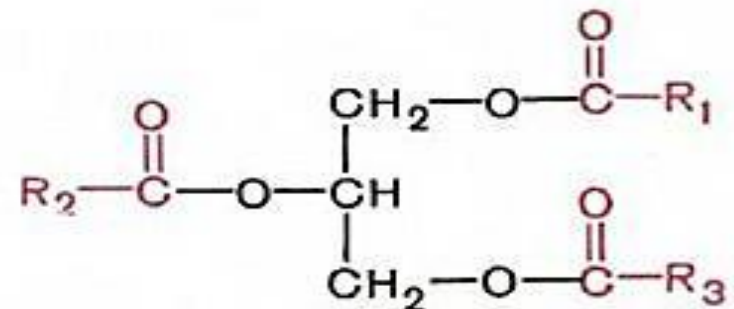
Глицерин (глицерол)



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
<b>Насыщенные кислоты</b>			
Масляная	4 : 0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	- 6,5
Капроновая	8 : 0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	16,3
Лауриновая	12 : 0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44,2
Миристиновая	14 : 0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	53,9
Пальмитиновая	16 : 0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63,1
Стеариновая	18 : 0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69,6
Арахидиновая	20 : 0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76,5
<b>Ненасыщенные кислоты</b>			
Пальмитоолеиновая	16 : 1(9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	- 0,5
Олеиновая	18 : 1(9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	+13,4
Линолевая	18 : 2(9, 12)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	- 5,0
Линоленовая	18:3(9,12,15)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_3-\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	-11,0
Арахидононовая	20 : 4(5,8,11, 14)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH})_4(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	- 49,5

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРИГЛИЦЕРИДОВ

## *Температура плавления*

<b>Жир</b>	<b>Температура плавления, °С</b>	<b>Масло</b>	<b>Температура плавления, °С</b>
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.

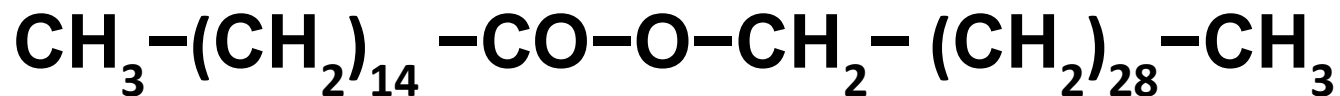
**Сложные эфиры**, образованные длинноцепочечными насыщенными или ненасыщенными жирными кислотами с четным числом углеродных атомов обычно в пределах 14 – 36 и длинноцепочечными спиртами жирного (реже ароматического) ряда с числом углеродных атомов в пределах 16 – 31.



**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** –

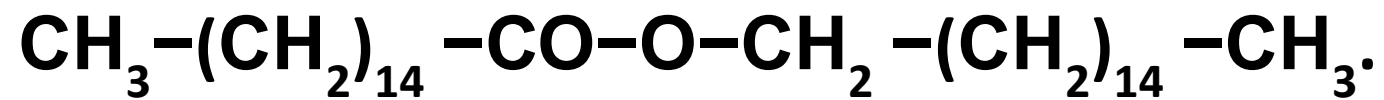


**Ланолин.** Получают после специальной обработки «шерстяного жира» (жиропот овечьей шерсти) – вещества, выделяемого кожными железами овец и обильно покрывающего шерсть (5 – 6 % от массы шерсти).

Смесь почти равных количеств высших жирных кислот (ланолиновой, ланопальмитиновой, ланостеариновой и др.), высших спиртов (цетилового, холестерина, 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* –



Остальная часть спермацета – эфиры *цетилового* –

$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CH}_2\text{OH}$  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):

