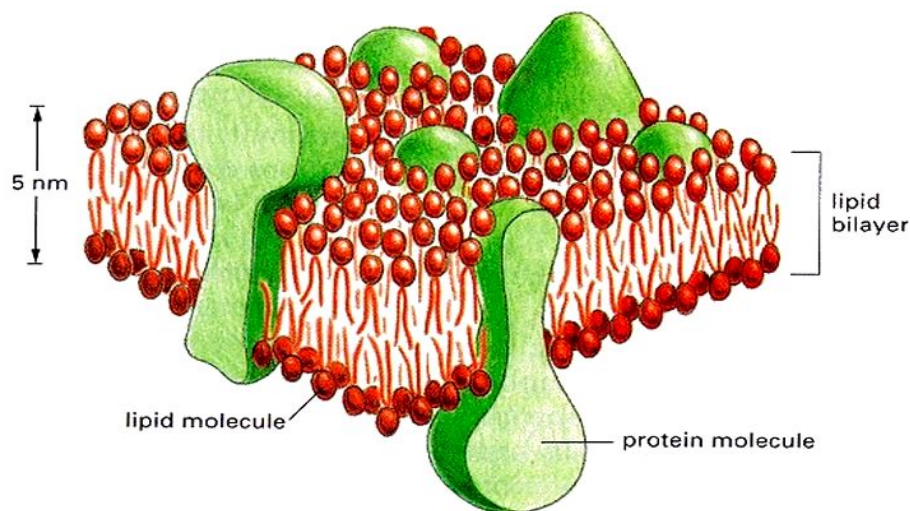


Что такое липиды? Строение, свойства ЛИПИДОВ

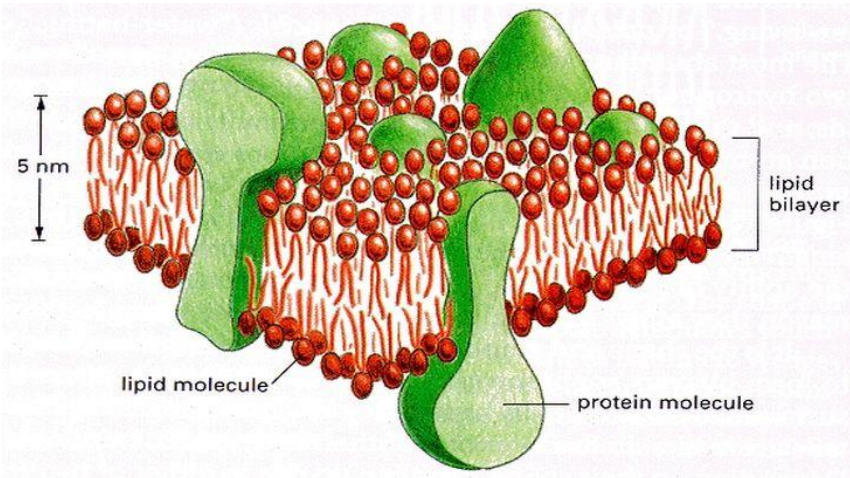


Доцент кафедры органической
химия КНИТУ
к.х.н., Лаврова Оксана
Мударисовна

Липиды – это группа разнообразных по составу и разнородных по химическому строению органических веществ, но объединенных в одну группу по 2-м признакам:

- 1. Гидрофобность (нерастворимость в воде)**
- 2. Растворимость в органических растворителях**
- 3. Метаболизм в организме.**





Липиды – это большая группа природных веществ разнообразных по химическому строению и объединенных общим физико-химическим свойством: они хорошо растворимы в неполярных органических растворителях и нерастворимы в воде. Молекулы простых липидов состоят из спирта и жирных кислот, сложных — из спирта, высокомолекулярных жирных кислот и других компонентов.



Классификация:

Биологические особенности:

- Резервные липиды - откладываются в подкожной жировой ткани, сальнике, жировых капсулах.
- Конституционные липиды - составляют основу клетки и субклеточных структур, особенно митохондрий. Их количество в клетке относительно постоянное и зависит от условий.

По происхождению:

- Животные
- Растительные

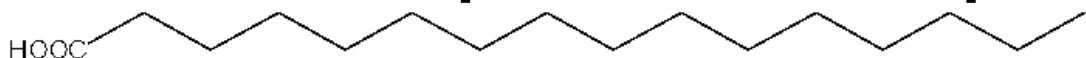
В отличие от белков, сложных углеводов и нуклеиновых кислот, **жиры не являются полимерными веществами**, так как не состоят из очень большого количества более мелких структурных компонентов, образующих длинные цепочки.



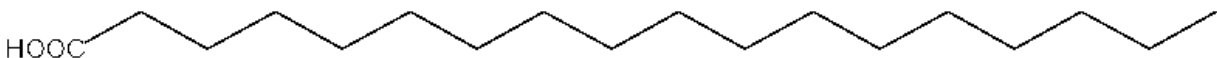
Жирные кислоты

- Жирные кислоты входят в состав почти всех классов липидов, кроме производных холестерина.
- В организме человека жирные кислоты характеризуются следующими особенностями:
- четное число углеродных атомов в цепи,
- отсутствие разветвлений цепи,
- наличие двойных связей только в цис-конформации.

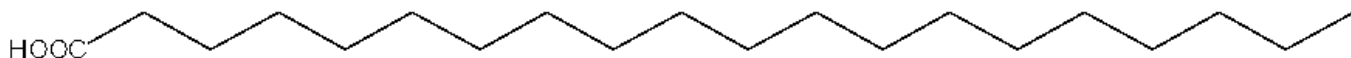
Строение жирных кислот



Пальмитиновая кислота



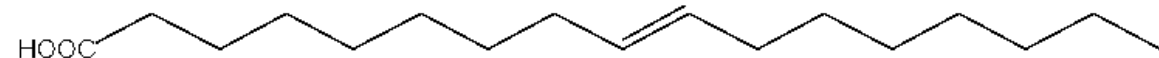
Стеариновая кислота



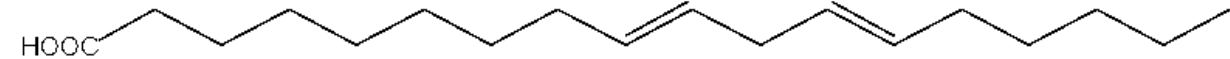
Арахидиновая кислота



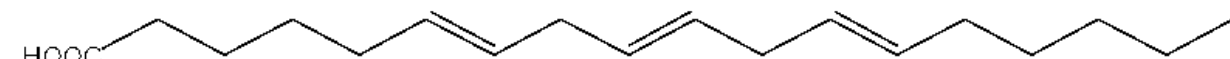
Пальмитолеиновая кислота



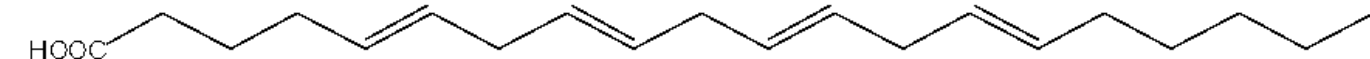
Олеиновая кислота



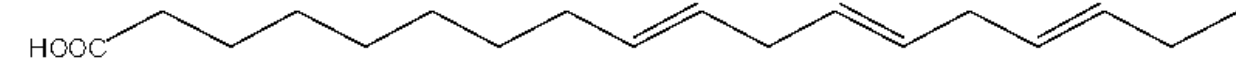
Линолевая кислота



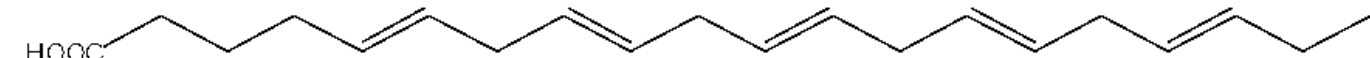
γ -Линолевая кислота



Арахидоновая кислота



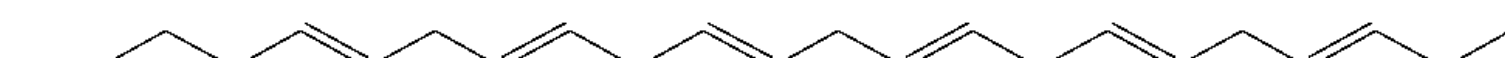
α -Линолевая кислота



Тимнодоновая кислота



Клупанодоновая кислота



Цервоновая кислота

По положению двойной связи относительно последнего атома углерода полиненасыщенные жирные кислоты делят на ω -9, ω -6 и ω -3-жирные кислоты.

- **1. ω -6-жирные кислоты**, эти кислоты объединены под названием витамин F, и содержатся
 - в растительных маслах.
 - линолевая (C18:2, Δ 9,12),
 - γ -линоленовая (C18:3, Δ 6,9,12),
 - арахидоновая (эйкозотетраеновая, C20:4, Δ 5,8,11,14).
- **2. ω -3-жирные кислоты:**
 - α -линоленовая (C18:3, Δ 9,12,15),
 - тимнодоновая (эйкозопентаеновая, C20:5, Δ 5,8,11,14,17),
 - клупанодоновая (докозопентаеновая, C22:5, Δ 7,10,13,16,19),
 - цервоновая (докозогексаеновая, C22:6, Δ 4,7,10,13,16,19).

Воска-сложные эфиры ВЖК и одноатомных спиртов. Входят в состав жира, покрывающего кожу. Двухатомные спирты образуют диольные липиды.

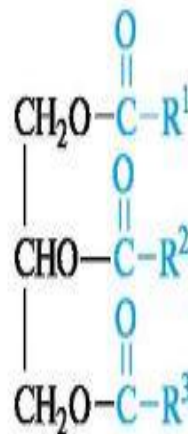
Нейтральные жиры- (глицериды-ТГ)-эфиры глицерина (ГЦ) и ВЖК.

Жиры и масла

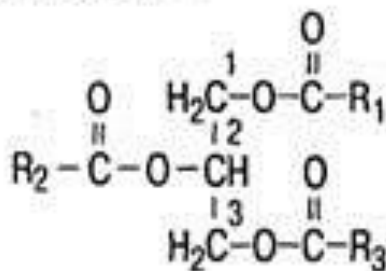
Жиры и масла - самая распространенная группа липидов. Большинство из них принадлежит к триацилглицеринам - полным эфирам глицерина и ВЖК, , хотя также встречаются и принимают участие в обмене веществ моно- и диацилглицерины.

В организме человека триацилглицерины играют роль структурного компонента клеток или запасного вещества («жировое депо»).

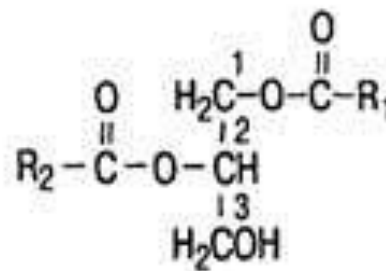
ОБЩАЯ СТРУКТУРА ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНОВ



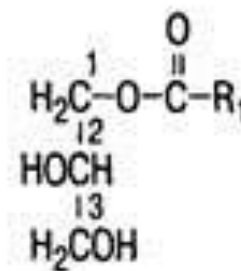
ацильные остатки высших жирных кислот



Триацилглицерид



Диацилглицерид



Моноацилглицерид

Триацилглицеро

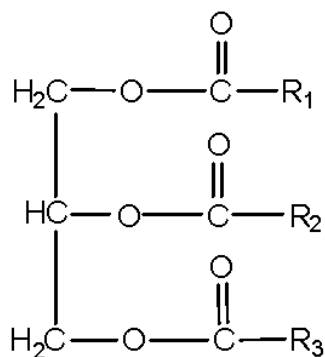
лы

Триацилглицеролы (ТАГ) считаются наиболее распространенными липидами в человеческом организме. В среднем доля их составляет 16-23% от массы тела взрослого.



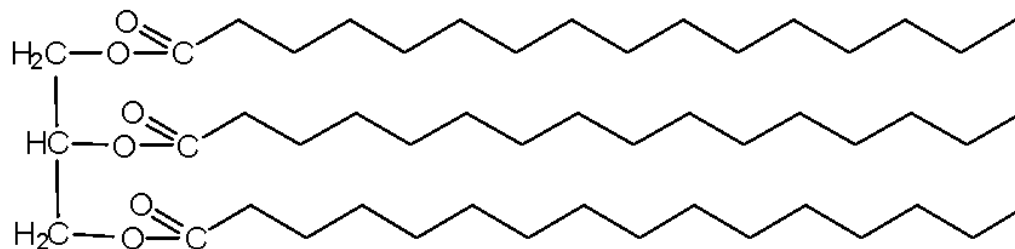
В состав ТАГ входит трехатомный спирт глицерол и три жирные кислоты. Жирные кислоты могут быть насыщенные (пальмитиновая, стеариновая) и мононенасыщенные (пальмитолеиновая, олеиновая).

Строение триацилглицеролов

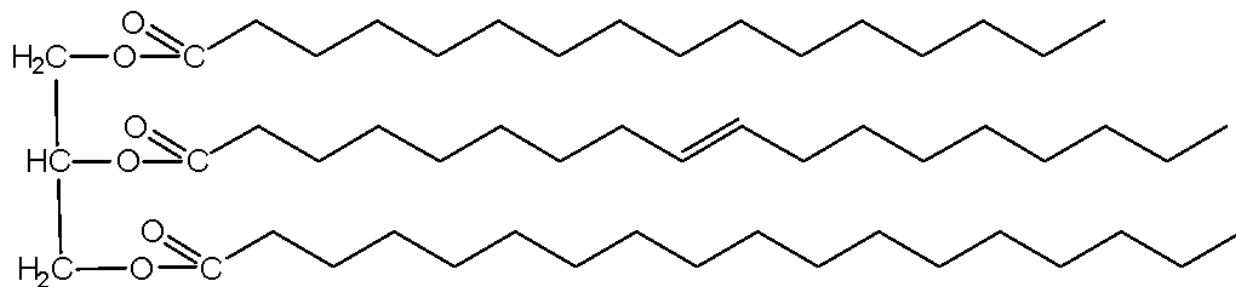


Триацилглицеролы

R₁, R₂, R₃ - радикалы жирных кислот



Трипальмитат



Пальмитоилолеилстеарат

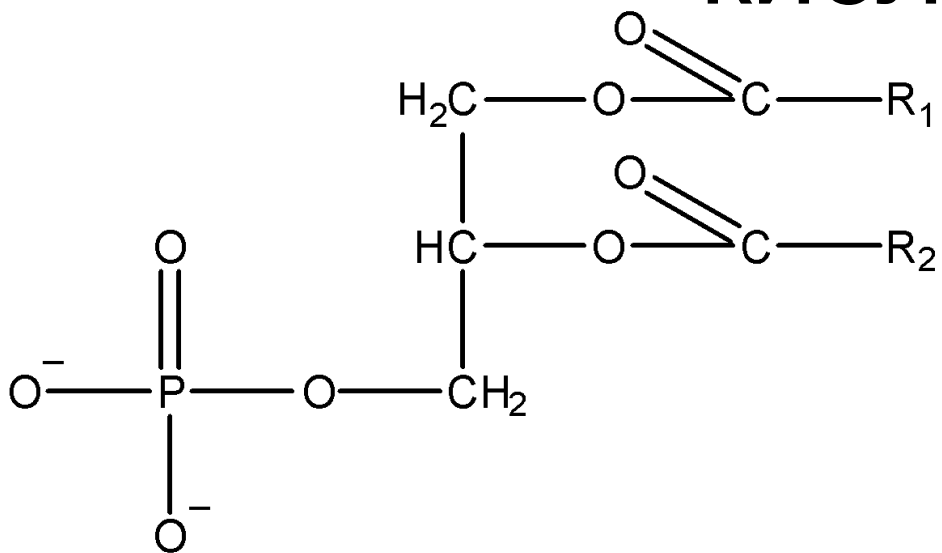
Фосфолипиды

- Фосфолипиды представляют собой соединение спирта глицерола или сфингозина с высшими жирными кислотами и фосфорной кислотой

Глицерофосфолипиды

- В организме человека наиболее распространены глицерофосфолипиды (ФЛ). В качестве их общепредшественника выступает фосфатидная кислота (фосфатидат), промежуточное соединение для синтеза триацилглицеролов (ТАГ) и фосфолипидов.

Строение фосфатидной КИСЛОТЫ



R₁, R₂ - остатки жирных кислот

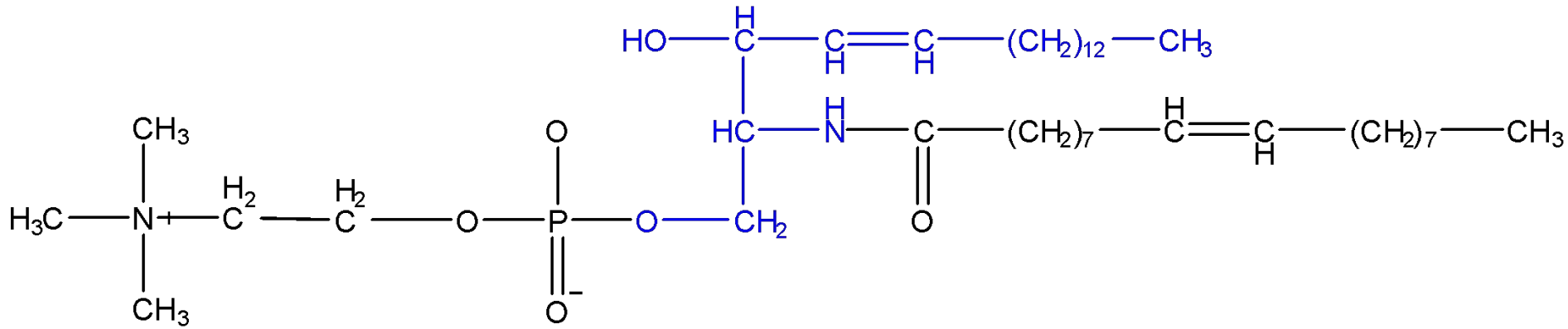


Сфингофосфолипиды



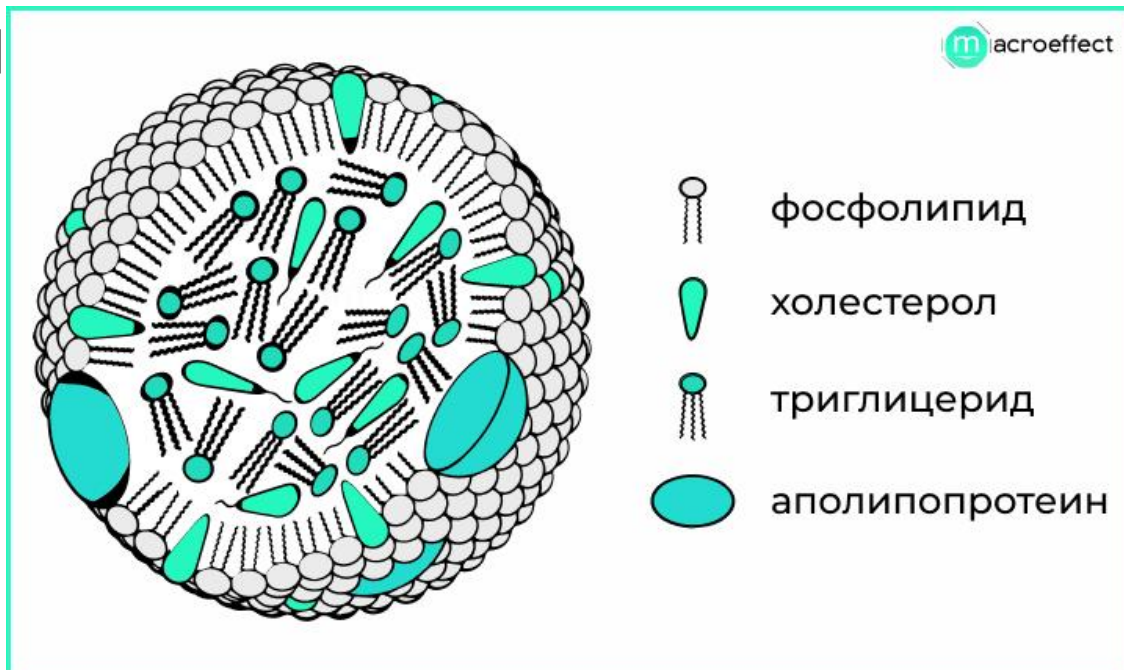
- Наиболее значимым представителем в организме человека являются сфингомиелины – основное их количество расположено в сером и белом веществе головного и спинного мозга, в оболочке аксонов периферической нервной системы, есть в печени, почках, эритроцитах и т.д. В качестве жирных кислот выступают насыщенные и мононенасыщенные кислоты.

Строение сфингомиелина, включающего олеиновую кислоту (синим выделен сфингозин)



Холестерол

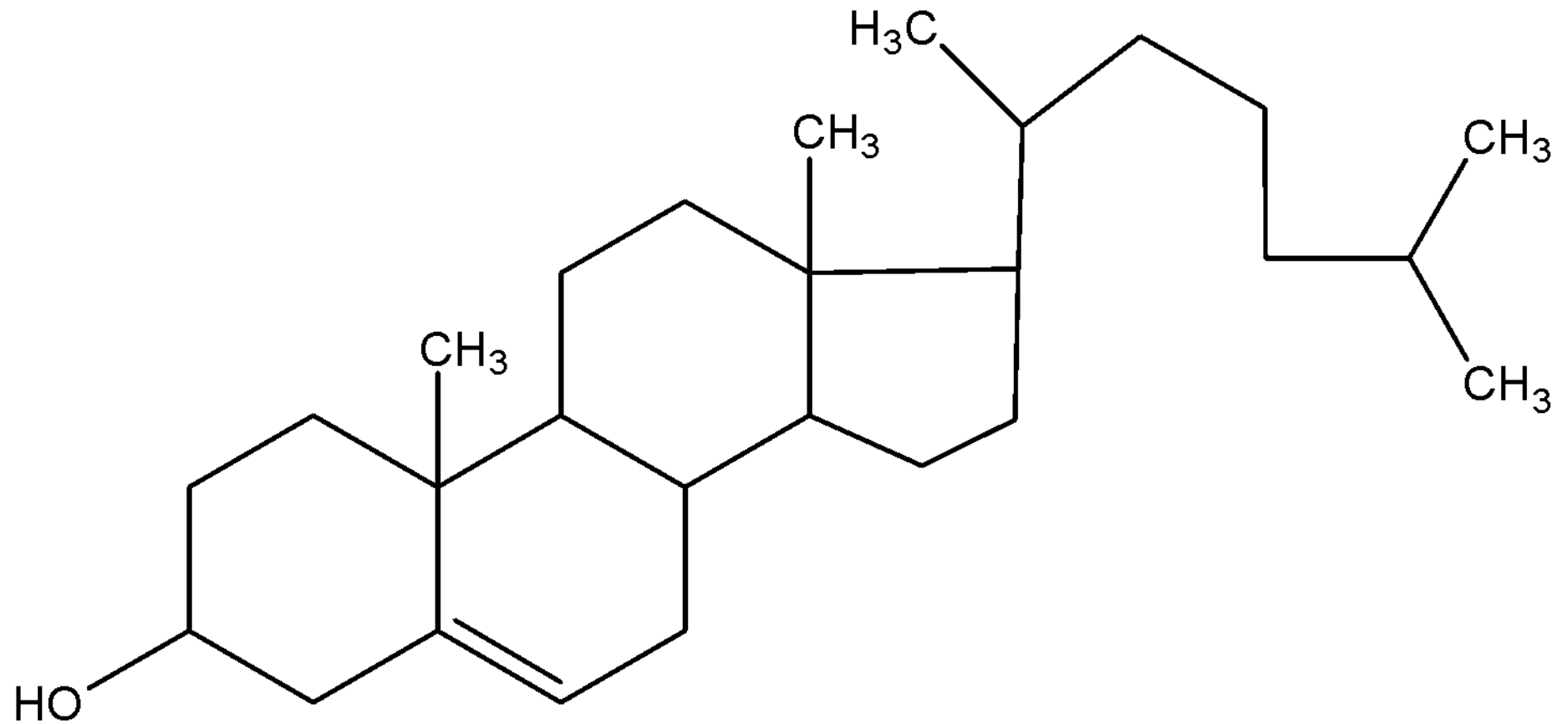
- Холестерол относится к классу соединений, имеющих в своей основе циклопентанпергидрофенантреновое кольцо, и является ненасыщенным спиртом

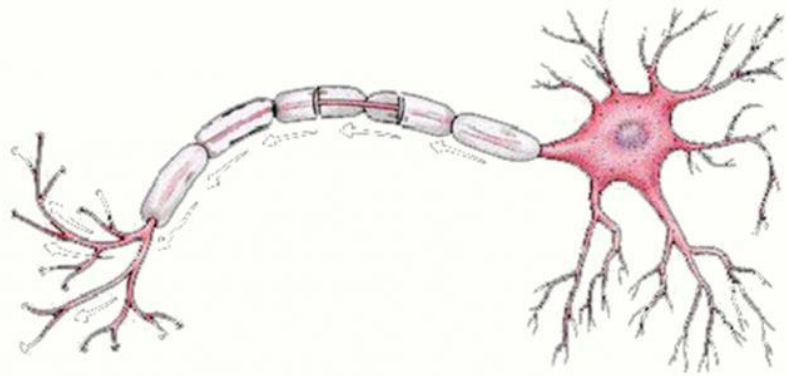


В организме человека холестерол выполняет следующие функции:

- 1. Структурная – входит в состав мембран, обуславливая их вязкость и жесткость.
- 2. Транспортирует полиненасыщенные жирные кислоты между органами и тканями в составе липопротеинов низкой и высокой плотности.
- 3. Является предшественником желчных кислот, стероидных гормонов и витамина D.

Строение холестерина

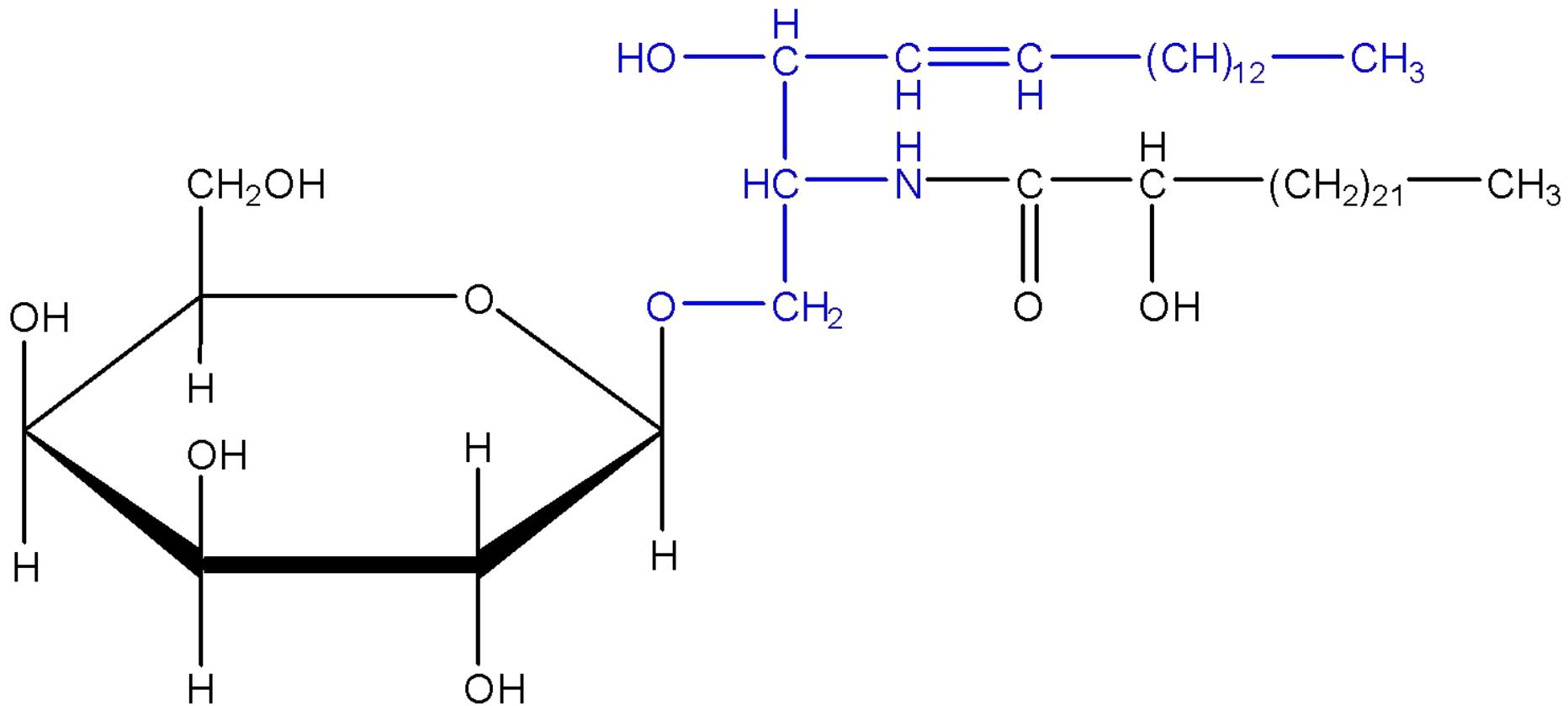




Гликолипиды

- Широко представлены гликолипиды в нервной ткани и мозге. Размещаются они на наружной поверхности плазматических мембран, при этом олигосахаридные цепи направлены наружу.
- Большую часть гликолипидов составляют гликосфинголипиды, включающие церамид (соединение аминок спирта сфингозина с длинноцепочечной жирной кислотой) и один или несколько остатков сахаров.
- В нервной ткани главным цереброзидом является галактозилцерамид. Для других тканей более характерны глюкозилцерамиды.

Строение галактозилцерамида, включающего цереброновую кислоту (синими цветом выделен сфингозин)



Ганглиозиды

- Образуются из глюкозилцерамида и дополнительно содержат одну или несколько молекул сиаловой кислоты, моносахаров и их производных (сульфосахаров и аminosахаров).

Схематичное изображение цереброзидов и ганглиоцидов (синим цветом выделен церамид)

Сфингозин - Жирная кислота



Галактоза или
Глюкоза

Цереброзид
(галактозил- или глюкозилцерамид)

Сфингозин - Жирная кислота



Олигосахариды +
N-ацетилнейраминовая кислота

Ганглиозид

Различают 2 большие группы липидов по их отношению к гидролизу:

1. **Омыляемые**- (гидролизуются при $\text{pH} < 7$ и > 7).
2. **Неомыляемые** (нигде не гидролизуются).

Классификация липидов

ЛИПИДЫ

органические вещества биологической природы, нерастворимые в воде, но растворимые в неполярных растворителях
(бензол, фенол, хлороформ)

ОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

при гидролизе в щелочной среде образуют спирт и соли жирных кислот

ПРОСТЫЕ ЛИПИДЫ

при гидролизе образуют спирты и жирные кислоты

ВОСКА

ТРИАЦИЛГДИЦЕРИНЫ
(нейтральные жиры)

СЛОЖНЫЕ ЛИПИДЫ

при гидролизе образуют спирты, жирные кислоты и др вещества

ФОСФОЛИПИДЫ

ГЛИКОЛИПИДЫ

- Цереброзиды
- Сульф олипиды
- Ганглиозиды

ГЛИЦЕРОФОСФОЛИПИДЫ

- Фосф атидилхолины
(лецитины)
- Фосф атидилэтанол амины
(кеф алины)
- Фосф атидилсерины
- Фосф атидилинозитолы
- Плазмалогены
- Кардиолипиды

СФИНГОФОСФОЛИПИДЫ

Сфингомиелины

НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

не гидролизуются в щелочной или кислой среде

Производные насыщенного углеводорода - циклопентанпергидроф енантрена.
Стероиды делят на группы в зависимости от количества углеродных атомов цепи у C17

СТЕРИНЫ, СТЕРИДЫ
эферы стеринов и жирных кислот
(восемь углеродных атомов у C17) - холестерин, эферы холестерины

ЖЕЛЧНЫЕ КИСЛОТЫ
холевая, дезоксихолевая и хенодезоксихолевая кислоты (пять углеродных атомов у C17)

СТЕРОИДНЫЕ ГАРМОНЫ
кортикостероиды и прогестероны
(два углеродных атома у C17)

СТЕРОИДНЫЕ ВИТАМИНЫ
витамин D2 и D3, эргостерин
(восемь углеродных атомов у C17)

Неомыляемы липиды-это производные
изопрена:

а) Животного происхождения -
стероиды-холестерин(ХС),

б) стериды- сложные эфиры ХС и высших
ненасыщенных жирных кислот(ЖК)

в) Растительного происхождения –
терпены-спирты, альдегиды, кетоны
(камфора, ментол)

-каротиноиды(α , β , γ)- основа
жирорастворимых витаминов А,Е,К,В.

Функции

Функция	Примеры и пояснения
Энергетическая	Основная функция триглицеридов. При расщеплении 1 г липидов выделяется 38,9 кДж.
Структурная	Фосфолипиды, гликолипиды и липопротеины принимают участие в образовании клеточных мембран.
Запасающая	<p>Жиры и масла являются резервным пищевым веществом у животных и растений. Важно для животных, впадающих в холодное время года в спячку или совершающих длительные переходы через местность, где нет источников питания.</p> <p>Масла семян растений необходимы для обеспечения энергией проростка.</p>
Защитная	<p>Прослойки жира и жировые капсулы обеспечивают амортизацию внутренних органов.</p> <p>Слои воска используются в качестве водоотталкивающего покрытия у растений и животных.</p>

Биологическая роль липидов.

- Липиды играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности. Их функции существенно зависят от их вида:
- 1. Резервно-энергетическая функция – триацилглицеролы подкожного жира являются основным энергетическим резервом организма при голодании. В адипоцитах жиры могут составлять 65-85% веса. Для поперечно-полосатой мускулатуры, печени и почек они являются основным источником энергии.
- 2. Структурная функция – мембраны клеток состоят из фосфолипидов, обязательным компонентом являются гликолипиды и холестерол. Основным компонентом сурфактанта легких является фосфатидилхолин.

Биологическая роль ЛИПИДОВ.

- 3. Сигнальная функция – гликолипиды выполняют рецепторные функции и задачи взаимодействия с другими клетками. Фосфатидилинозитол непосредственно принимает участие в передаче гормональных сигналов в клетку. Производные жирных кислот – эйкозаноиды – являются "местными гормонами", обеспечивая регуляцию функций клеток.
- 4. Защитная функция – подкожный жир является хорошим термоизолирующим средством, наряду с брыжеечным жиром он обеспечивает механическую защиту внутренних органов. Фосфолипиды играют определенную роль в активации свертывающей системы крови.

Теплоизоляционная	Подкожная жировая клетчатка препятствует оттоку тепла в окружающее пространство. Важно для водных млекопитающих или млекопитающих, обитающих в холодном климате.
Регуляторная	<p>Гиббереллины регулируют рост растений. Половой гормон тестостерон отвечает за развитие мужских вторичных половых признаков.</p> <p>Половой гормон эстроген отвечает за развитие женских вторичных половых признаков, регулирует менструальный цикл.</p> <p>Минералокортикоиды (альдостерон и др.) контролируют водно-солевой обмен.</p> <p>Глюкокортикоиды (кортизол и др.) принимают участие в регуляции углеводного и белкового обменов.</p>
Источник метаболической воды	При окислении 1 кг жира выделяется 1,1 кг воды. Важно для обитателей пустынь.
Каталитическая	Жирорастворимые витамины А, D, E, K являются кофакторами ферментов, т.е. сами по себе эти витамины не обладают каталитической активностью, но без них ферменты не могут выполнять свои функции.

Результат низко- и безжировых диет в США оказался таким:

- Значительная часть страны теперь страдает от болезни Альцгеймера, чего раньше у них не наблюдалось в таких масштабах. Ведь американские диетологи не учитывали, насколько важны липиды, как пластический материал для нервных клеток, а также насколько высока роль липидов (в частности, миелина) в передаче нервных импульсов.
- Показатель ожирения не только не снизился — эта страна теперь занимает первое место по количеству больных с ожирением. Ведь американские диетологи не учитывали, что углеводы, возглавляемые тогдашнюю модель рациона питания, способствовали развитию ожирения гораздо интенсивнее, чем жиры.



Хотите побыстрее избавиться от лишнего веса? Дышите глубже. ;)

- Жиры, или триглицериды — природные органические соединения, полные сложные эфиры глицерина и одноосновных жирных кислот; входят в класс липидов. В живых организмах выполняют прежде всего структурную и энергетическую функции: они являются основным компонентом клеточной мембраны, а в жировых клетках

