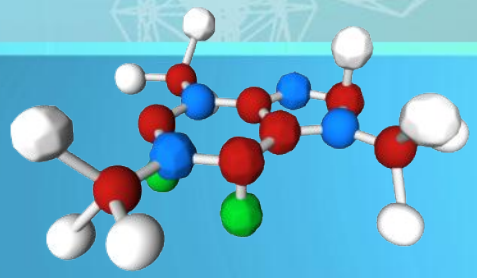
ЛЕКЦИЯ №9
Липиды

Липиды представляют собой обширную группу соединений, существенно различающихся по своей химической структуре и функциям. Поэтому трудно дать единое определение, которое подошло бы для всех соединений, относящихся к этому классу.

- Липиды представляют собой группу веществ , которые характеризуются следующими признаками: нерастворимостью в воде; растворимостью в неполярных растворителях, таких, как эфир, хлороформ или бензол; содержанием высших алкильных радикалов; распространенностью в живых организмах.
- Термин «липиды» объединяет группу жироподобных веществ, таких, как фосфолипиды, стерины, сфинголипиды и др.



Биологическая роль

- Играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности. Будучи одним из основных компонентов биологических мембран, липиды влияют на их проницаемость, участвуют в передаче нервного импульса, создании межклеточных онтактов.
- Жир служит в организме эффективным источником энергии либо при непосредственном использовании, либо потенциально – в форме запасов жировой ткани

- В натуральных пищевых жирах содержатся жирорастворимые витамины и «незаменимые» жирные кислоты. Важная функция липидов – создание термоизоляционных покровов у животных и растений, защита органов и тканей от механических воздействий.

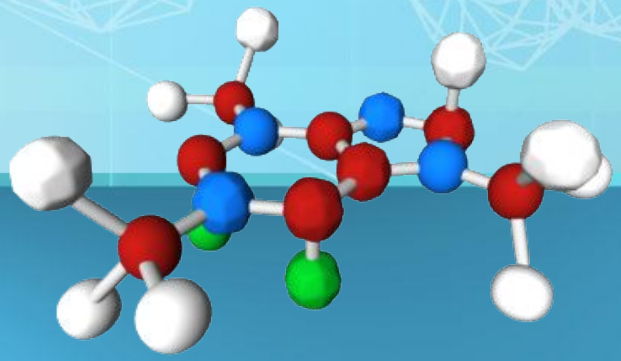
Классификация

- Существует несколько классификаций липидов. Наибольшее распространение получила классификация, основанная на структурных особенностях липидов. По этой классификации различают следующие основные классы липидов:
- **Простые липиды**
- **Сложные липиды**
- **Предшественники и производные липидов**

А. Простые липиды: сложные эфиры жирных кислот с различными спиртами.

1. **Глицериды** (ацилглицерины, или ацилглицеролы – по международной номенклатуре) представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот.

2. **Воска**: сложные эфиры высших жирных кислот и одноатомных или двухатомных спиртов



Б. Сложные липиды: сложные эфиры жирных кислот со спиртами, дополнительно содержащие и другие группы.

1. **Фосфолипиды:** липиды, содержащие, помимо жирных кислот и спирта, остаток фосфорной кислоты. В их состав часто входят азотистые основания и другие компоненты:

а) глицерофосфолипиды (в роли спирта выступает глицерол);

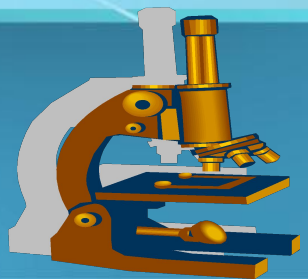
б) сфинголипиды (в роли спирта – сфингозин).

2. **Гликолипиды** (гликосфинголипиды).

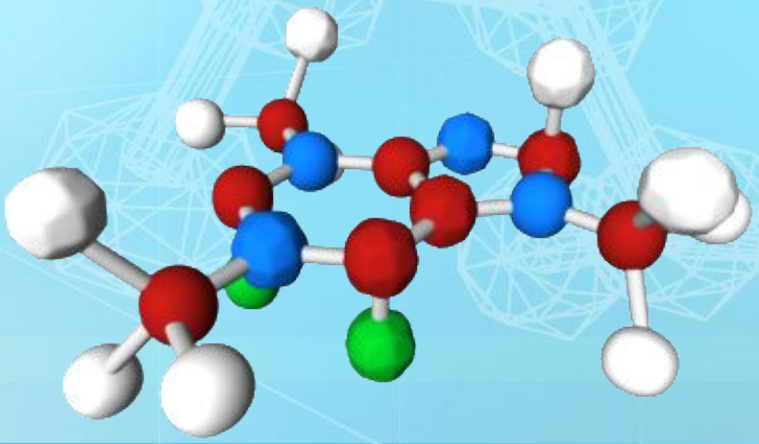
3. **Стероиды**.

4. **Другие сложные липиды**: сульфолипиды, аминолипиды.

К этому классу можно отнести и липопротеины.

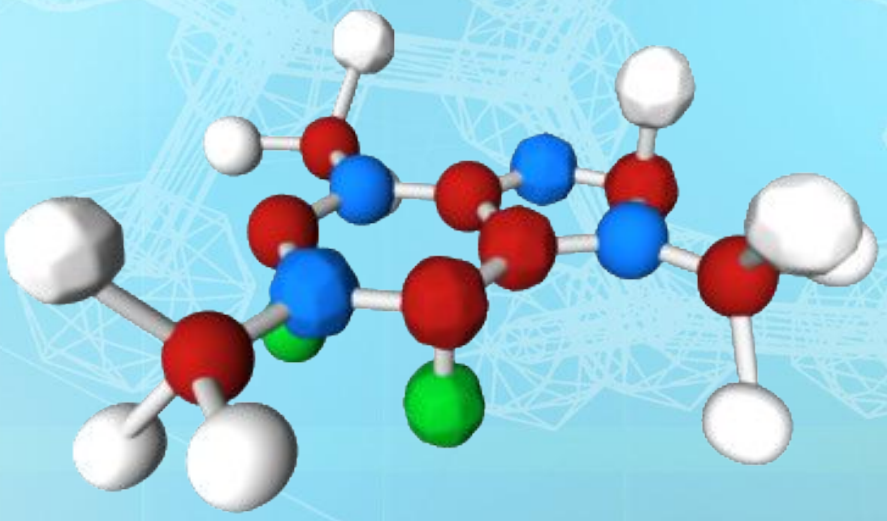


- **В. Предшественники и производные липидов:** жирные кислоты, глицерол, стеролы и прочие спирты (помимо глицерола и стиролов), альдегиды жирных кислот, углеводороды, жирорастворимые витамины и гормоны.

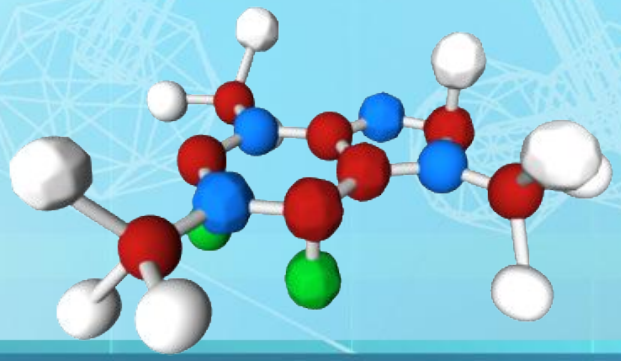


ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

- **Жирные кислоты** – алифатические карбоновые кислоты – в организме могут находиться в свободном состоянии (следовые количества в клетках и тканях) либо выполнять роль строительных блоков для большинства классов липидов.



- В природе обнаружено свыше **200 жирных кислот**, однако в тканях человека и животных в составе простых и сложных липидов найдено около **70 жирных кислот**, причем более половины из них в следовых количествах.
- Практически значительное распространение имеют немногим более **20 жирных кислот**. Все они содержат четное число углеродных атомов, главным образом от 12 до 24.

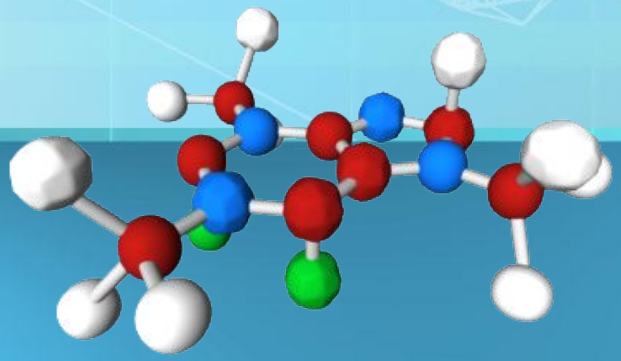


- Среди них преобладают кислоты, имеющие **C_{16}** и **C_{18}** (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и линолевая). Нумерацию углеродных атомов в жирно-кислотной цепи начинают с атома углерода карбоксильной группы.
- Примерно $^{3}/_{4}$ всех жирных кислот являются **непредельными** (ненасыщенными), т.е. содержат двойные связи.

- Ненасыщенные жирные кислоты человека и животных, участвующие в построении липидов, обычно содержат двойную связь между (9-м и 10-м атомами углеводородов); дополнительные двойные связи чаще бывают на участке между 11-м атомом углерода и метильным концом цепи.
- Своеобразие двойных связей природных ненасыщенных жирных кислот заключается в том, что они всегда отделены двумя простыми связями, т.е. между ними всегда имеется хотя бы одна метиленовая группа:

$$(\text{—CH=CH—CH}_2\text{—CH=CH—})$$

Подобные двойные связи обозначают как «изолированные».



- Систематическое название жирной кислоты чаще всего образуется путем добавления к названию углеводорода окончания **-овая**. Насыщенные кислоты при этом имеют окончание **-ановая** (например, октановая кислота – систематическое название, каприловая кислота – тривиальное название), а ненасыщенные кислоты – **-еновая** (например, октадеценовая кислота– систематическое название, олеиновая кислота – тривиальное название)

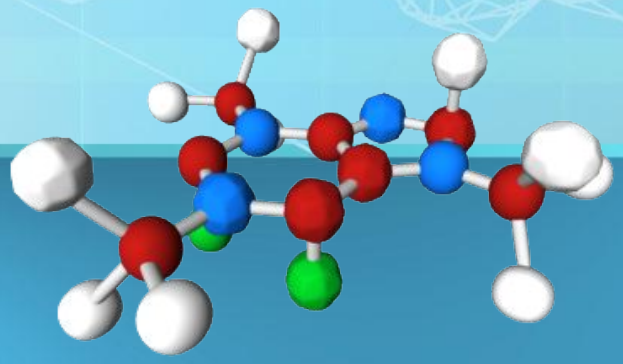


Таблица 6.1. **Некоторые физиологически важные насыщенные жирные кислоты**

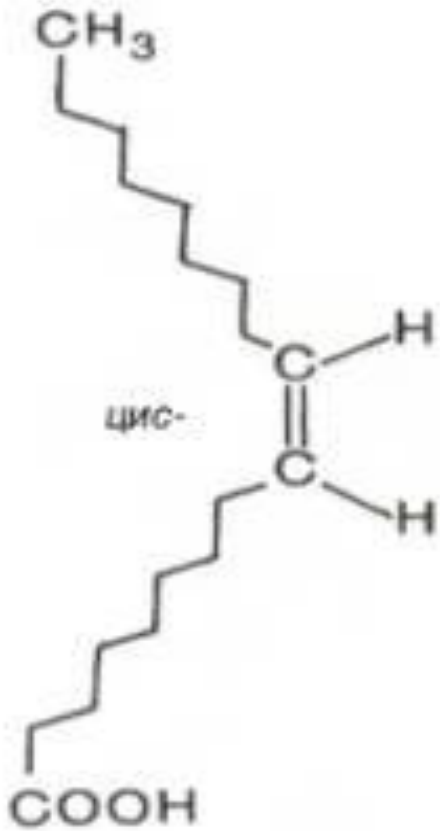
Число атомов С	Тривиальное название	Систематическое название	Химическая формула соединения
6	Капроновая	Гексановая	$CH_3—(CH_2)_4—COOH$
8	Каприловая	Октановая	$CH_3—(CH_2)_6—COOH$
10	Каприновая	Декановая	$CH_3—(CH_2)_8—COOH$
12	Лауриновая	Додекановая	$CH_3—(CH_2)_{10}—COOH$
14	Миристиновая	Тетрадекановая	$CH_3—(CH_2)_{12}—COOH$
16	Пальмитиновая	Гексадекановая	$CH_3—(CH_2)_{14}—COOH$
18	Стеариновая	Октадекановая	$CH_3—(CH_2)_{16}—COOH$
20	Арахиновая	Эйкозановая	$CH_3—(CH_2)_{18}—COOH$
22	Бегеновая	Докозановая	$CH_3—(CH_2)_{20}—COOH$
24	Лигноцериновая	Тетракозановая	$CH_3—(CH_2)_{22}—COOH$

Таблица 6.2. **Некоторые физиологически важные ненасыщенные жирные кислоты**

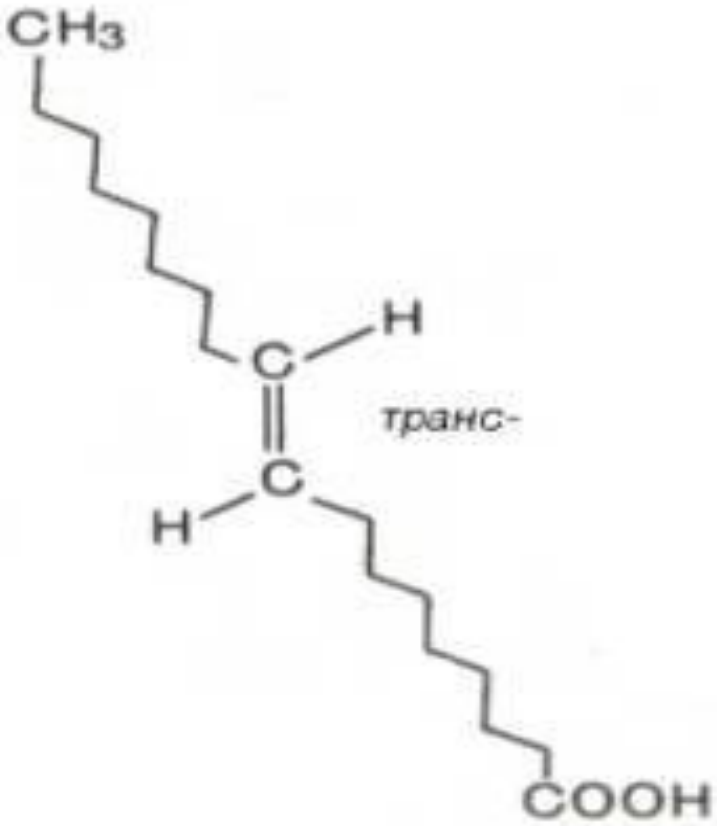
Число атомов С	Тривиальное название	Систематическое название, включая местонахождение двойных связей	Химическая формула соединения
		Моноеновые кислоты	
16	Пальмитиновая	9-гексадеценовая	$CH_3—(CH_2)_5—CH=$ $=CH—(CH_2)_7—COOH$
18	Олеиновая	9-октадеценовая	$CH_3—(CH_2)_7—CH=$ $=CH—(CH_2)_7—COOH$
22	Эруковая	13-докозеновая	$CH_3—(CH_2)_7—CH=$ $=CH—(CH_2)_{11}—COOH$
		Диеновые кислоты	
18	Линолевая	9,12-октадекадиеновая	$CH_3—(CH_2)_4—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—(CH_2)_7—COOH$
		Триеновые кислоты	
18	Линоленовая	9,12,15-октадекатриеновая	$CH_3—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—(CH_2)_7—COOH$
		Тетраеновые кислоты	
20	Арахидоновая	5,8,11,14-эйкозатетраеновая	$CH_3—(CH_2)_4—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH==$ $=CH—(CH_2)_3—COOH$
		Пентаеновые кислоты	
22	Клупанодоновая	7,10,13,16,19-докозапентаеновая	$CH_3—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—CH_2—CH=$ $=CH—(CH_2)_5—COOH$

Стеариновая кислота

а



Олеиновая кислота

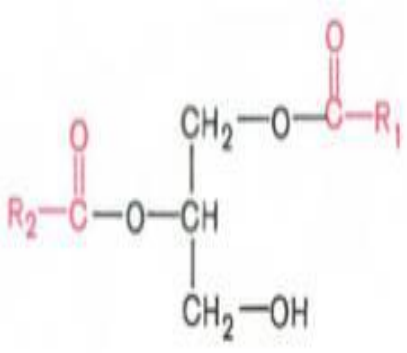


Элаидиновая кислота

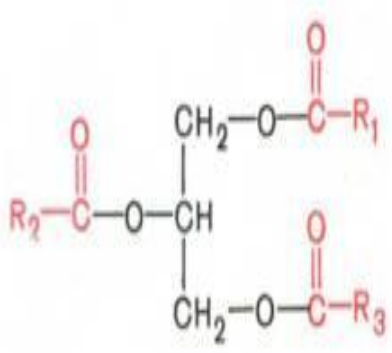
б

ГЛИЦЕРИДЫ

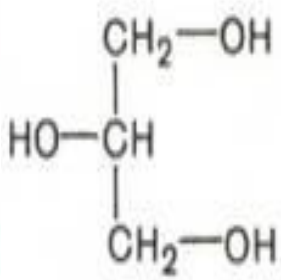
- Представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот.
- Если жирными кислотамиэтерифицированы все три гидроксильные группы глицерина (ацильные радикалы R_1, R_2и R_3могут быть одинаковы или различны), то такое соединение называют триглицеридом (триацилглицерол), если две – диглицеридом (диацилглицерол) и, наконец, если этерифицирована одна группа – моноглицеридом (моноацилглицерол):



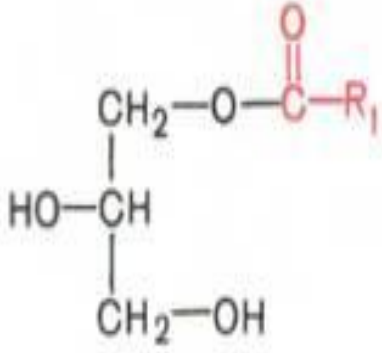
Диглицерид (диацилглицерол)



Триглицерид (триацилглицерол)



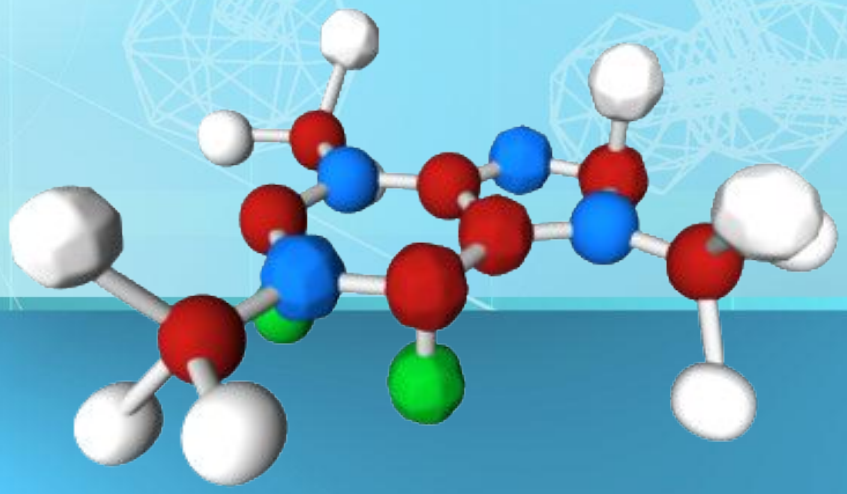
Глицерин (глицерол)



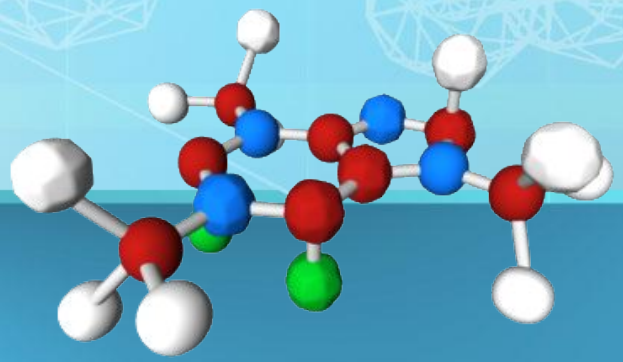
Моноглицерид (моноацилглицерол)

- Наиболее распространенными являются **триглицериды,** часто называемые нейтральными жирами или просто жирами. Нейтральные жиры находятся в организме либо в форме протоплазматического жира, являющегося структурным компонентом клеток, либо в форме запасного, резервного, жира. Роль этих двух форм жира в организме неодинакова.
- Протоплазматический жир имеет постоянный химический состав и содержится в тканях в определенном количестве, не изменяющемся даже при патологическом ожирении, в то время как количество резервного жира подвергается большим колебаниям.

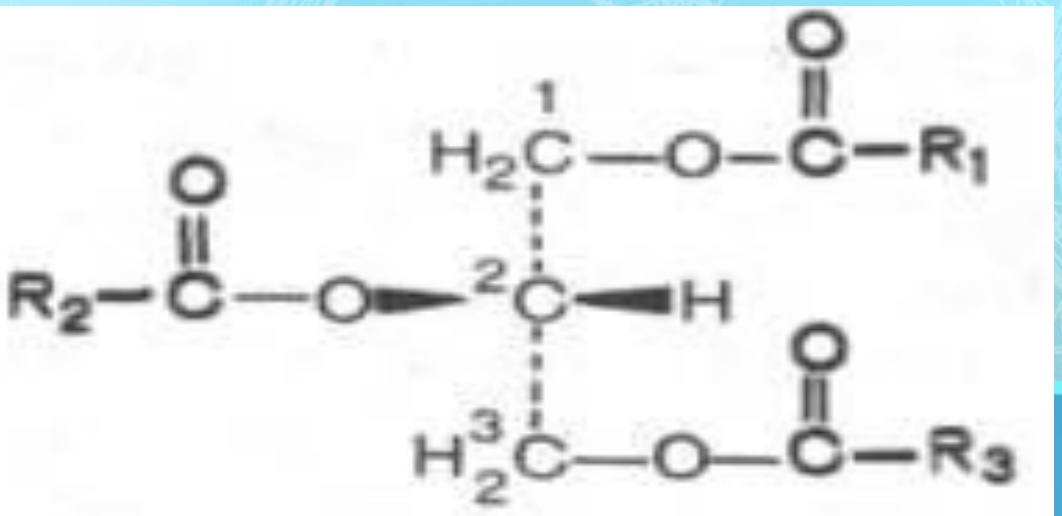
- Как отмечалось, основную массу природных нейтральных жиров составляют триглицериды.Жирные кислоты в триглицеридах могут быть насыщенными и ненасыщенными.
- Из жирных кислот чаще встречаются пальмитиновая, стеариновая и олеиновые кислоты. Если все три кислотных радикала принадлежат одной и той же жирной кислоте, то такие триглицериды называют простыми (например, трипальмитин, тристеарин, триолеин и т.д.), если разным жирным кислотам, то смешанными.



- Названия смешанных триглицеридов образуются в зависимости от входящих в их состав жирных кислот, при этом цифры 1, 2 и 3 указывают на связь остатка жирной кислоты с соответствующей спиртовой группой в молекуле глицерина(например, 1-олео-2-пальмитостеарин).
- Необходимо отметить, что положение крайних атомов вмолекуле глицерина на первый взгляд равнозначно, тем не менее их обозначают сверху вниз – 1 и 3.



- Это объясняется прежде всего тем, что в структуре триглицерида при пространственном ее рассмотрении крайние «глицериновые» атомы углерода становятся уже не равнозначными, если гидроксилы 1 и 3 ацилированы разными жирными кислотами.
- При необходимости применяют также систему стереохимической нумерации (обозначают sn – stereochemical n u m b e r i n g) : например, 1,2-дистеарил-3-пальмитил-sn-глицерол:



Триацил-sn-глицерол

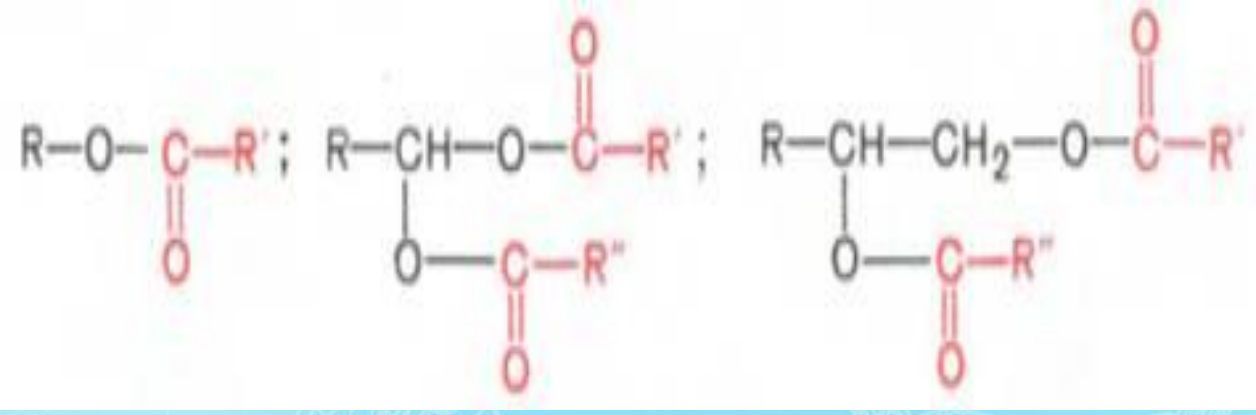
- Жирные кислоты, входящие в состав триглицеридов, практически определяют их физико-химические свойства. Так, температура плавления триглицеридов повышается с увеличением числа и длины остатков насыщенных жирных кислот.
- Напротив, чем выше содержание ненасыщенных жирных кислот, или кислот с короткой цепью, тем ниже точка плавления.

- Животные жиры (сало) обычно содержат значительное количество насыщенных жирных кислот (пальмитиновой, стеариновой и др.). благодаря чему при комнатной температуре они твердые.
- Жиры, в состав которых входит много ненасыщенных кислот, при обычной температуре жидкие и называются маслами.
- Так, в конопляном масле 95% всех жирных кислот приходится на долю олеиновой, линолевой и линоленовой кислот и только 5% – на долю стеариновой и пальмитиновой кислот.
- В жире человека, плавящемся притемпературе 15°С (при температуре тела он жидкий), содержится 70% олеиновой кислоты.

- Глицериды способны вступать во все химические реакции, свойственные сложным эфирам.
- Наибольшее значение имеет реакция омыления, в результате которой из триглицеридов образуются глицерол и жирные кислоты.
- Омыление жира может происходить как при ферментативном гидролизе, так и при действии кислот или щелочей

ВОСКА

- сложные эфиры высших жирных кислот и высших одноатомных или двухатомных спиртов с числом углеродных атомов от 16 до 22. Общие их формулы можно представить так:



В этих формулах R, R' и R'' – возможные радикалы.
Воска могут входить в состав жира, покрывающего кожу, шерсть, перья. У растений 80% от всех липидов, образующих пленку на поверхности листьев и плодов, составляют воска.

ФОСФОЛИПИДЫ

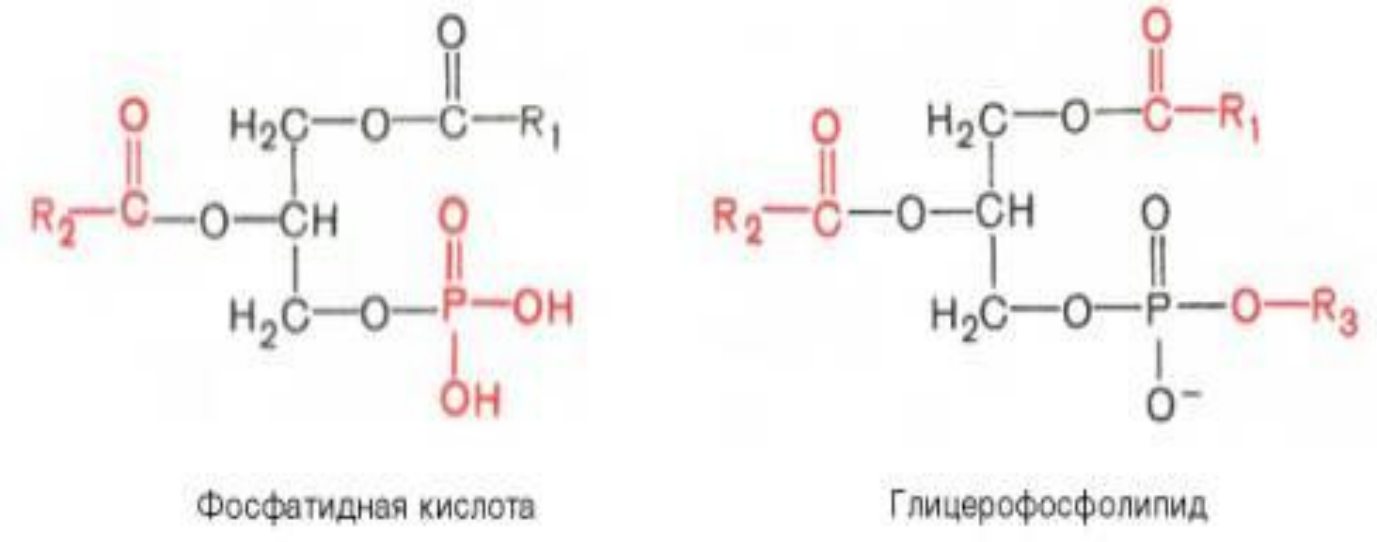
- Представляют собой сложные эфиры многоатомных спиртов глицерина или сфингозина с высшими жирными кислотами и фосфорной кислотой.
- В состав фосфолипидов входят также азотсодержащие соединения: холин, этаноламин или серин.
- Наиболее распространенными в тканях животных являются глицерофосфолипиды.

ГЛИЦЕРОФОСФОЛИПИДЫ

являются производными фосфатидной кислоты.

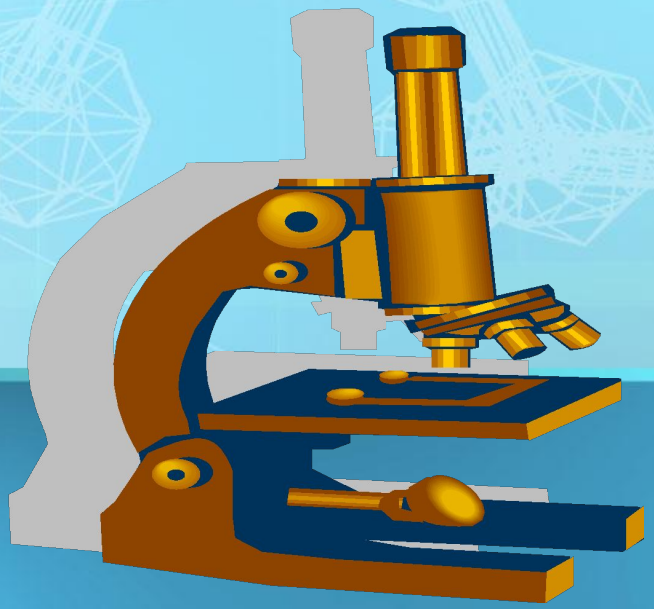
В их состав входятглицерин, жирные кислоты, фосфорная кислота и обычно азотсодержащие соединения.

Общая формула глицерофосфолипидов выглядит так:



ГЛИКОЛИПИДЫ

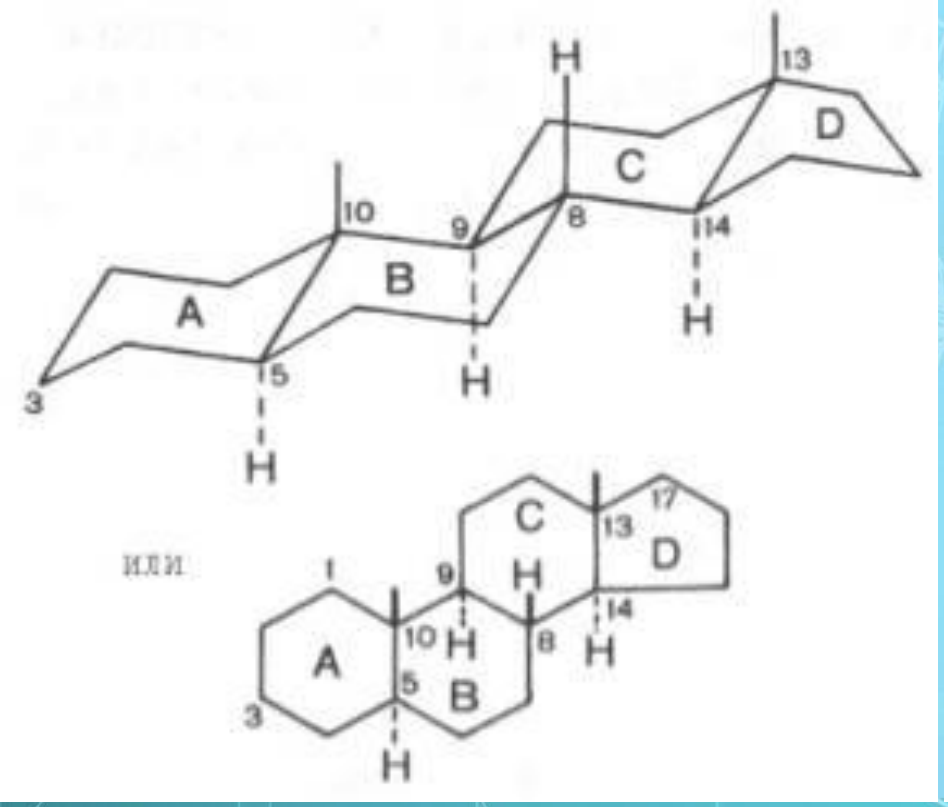
- Широко представлены в тканях, особенно в нервной ткани, в частности в мозге.
- Главной формой гликолипидов в животных тканях являются гликосфинголипиды.
- Простейшими гликосфинголипидами являются галактозилцерамиды и глюкозилцерамиды

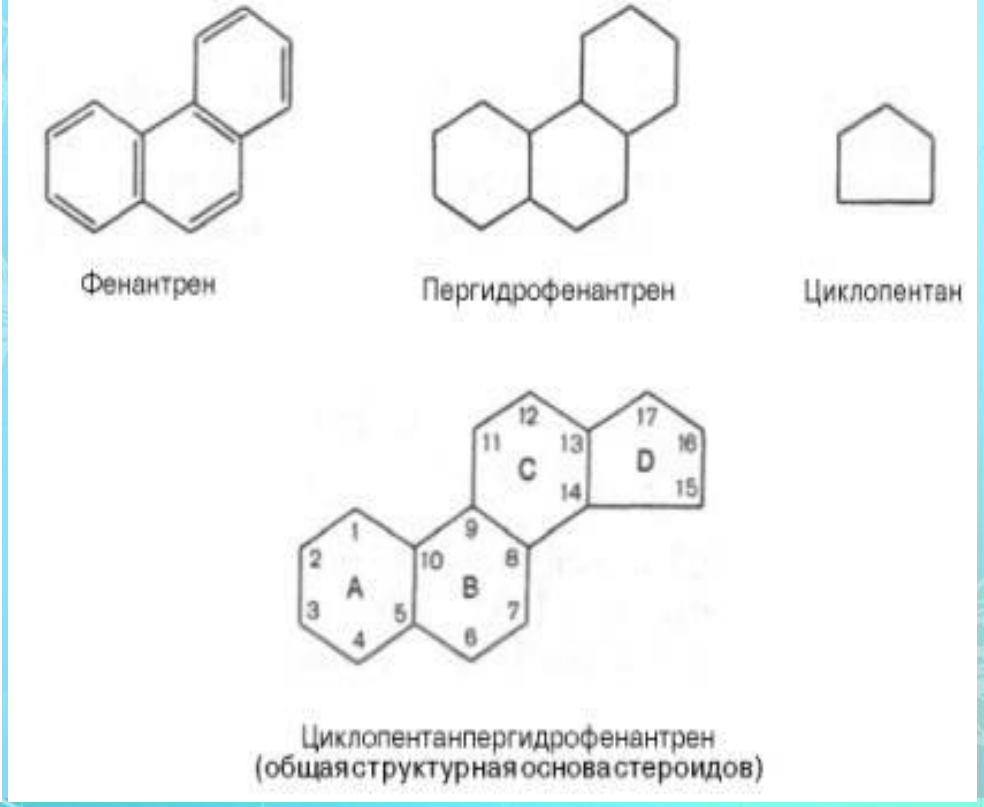


СТЕРОЙДЫ

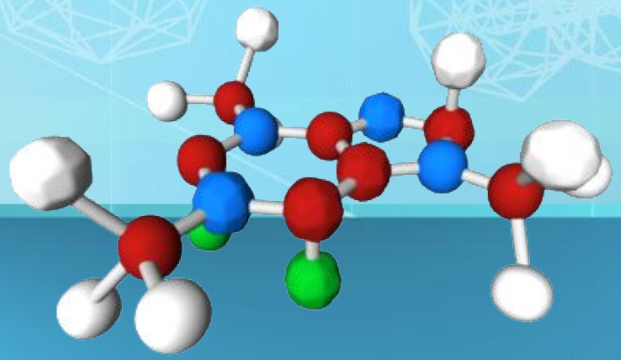
- Все рассмотренные липиды принято называть омыляемыми, поскольку при их щелочномгидролизе образуются мыла. Однако имеются липиды, которые не гидролизуются с освобождением жирных кислот.
- К таким липидам относятся стероиды.
- **Стероиды** – широко распространенные в природе соединения. Они часто обнаруживаются в ассоциации с жирами. Их можно отделить от жира путем омыления (они попадают в неомыляемую фракцию).

- Все стероиды в своей структуре имеют ядро, образованное гидрированным фенантреном (кольца A, B и C) и циклопентаном (кольцо D):





- К стероидам относятся, например, гормоны коркового вещества надпочечников, желчные кислоты, витамины группы D, сердечные гликозиды и другие соединения.
- В организме человека важное место среди стероидов занимают стерины (стеролы), т.е. стероидные спирты.
- Главным представителем стеринов является холестерин (холестерол).



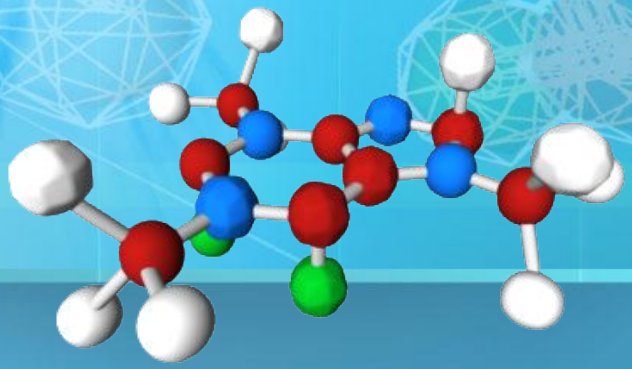
- Холестерин – источник образования в организме млекопитающих желчных кислот, а также стероидных гормонов (половых и кортикоидных). Холестерин, а точнее продукт его окисления – 7-дегидрохолестерин, под действием УФ-лучей в коже превращается в витамин D_3.
- Таким образом, физиологическая функция холестерина многообразна.
- Холестерин находится в животных, но не в растительных жирах.
- Указанные стерины в отличие от холестерина очень плохо всасываются в кишечнике и потому обнаруживаются в тканях человека в следовых количествах.

- **Спасибо за внимание!**

I have several expressions and can provide additional comments for your presentation, search the Premium Gold Site for more animations of me!

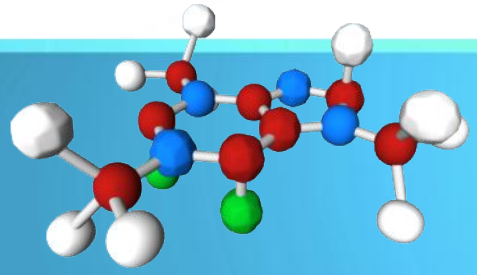
The Mad Scientist

Transitional Page

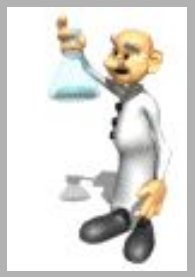
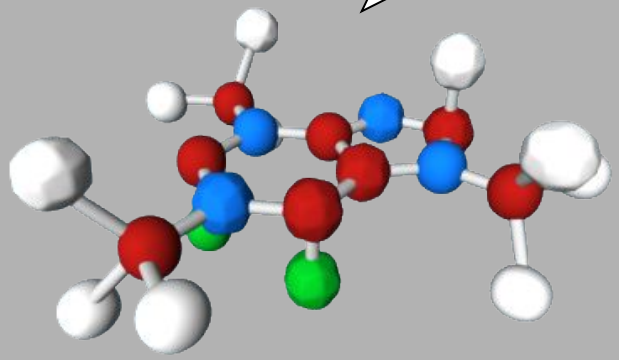
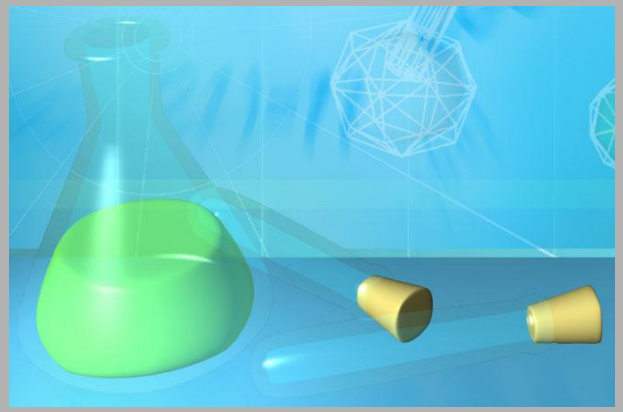
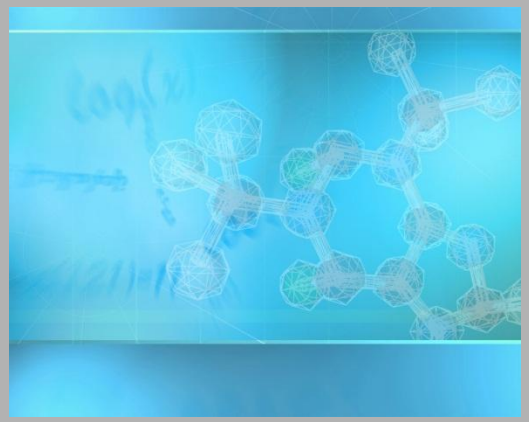
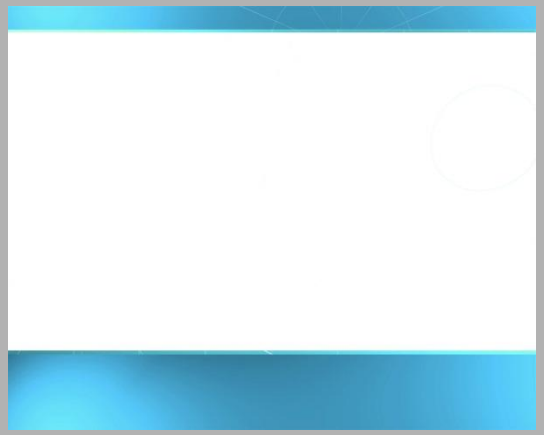


Your Topic Goes Here

- **Your subtopic goes here**



Elements Page



I'm a real caffeine molecule