

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.

- <u>Липиды</u> представляют собой группу веществ, которые характеризуются следующими признаками: нерастворимостью в воде; растворимостью в неполярных растворителях, таких, как эфир, <u>хлороформ</u> или <u>бензол</u>; содержанием высших алкильных радикалов; распространенностью в живых <u>организмах</u>.
- Термин «<u>липиды</u>» 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.
- <u>Жир</u> служит в <u>организме</u> эффективным источником энергии либо при непосредственном использовании, либо потенциально в форме запасов <u>жировой ткани</u>

• В натуральных пищевых <u>жирах</u> содержатся <u>жирорастворимые витамины</u> и «незаменимые» <u>жирные кислоты</u>. Важная функция липидов — создание термоизоляционных покровов у животных и растений, защита органов и <u>тканей</u> от механических воздействий.

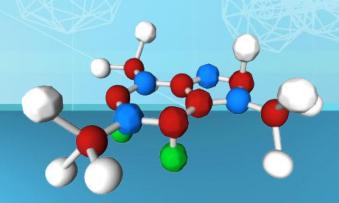


## Классификация

- 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



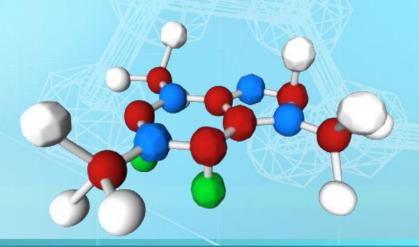
- А. Простые липиды: сложные эфиры жирных кислот с различными спиртами.
- 1. Глицериды (ацилглицерины, или ацилглицеролы по международной номенклатуре) представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот.
- 2. Воска: сложные эфиры высших жирных кислот и одноатомных или 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.

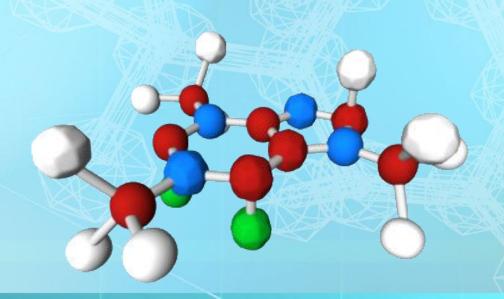


• В. Предшественники и производные липидов: жирные кислоты, глицерол, стеролы и прочие спирты (помимо глицерола и стиролов), альдегиды жирных кислот, углеводороды, жирорастворимые витамины и гормоны.



#### 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.



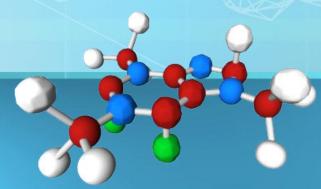
- В природе обнаружено свыше **200 жирных кислот**, однако в тканях человека и животных в составе простых и сложных липидов найдено около **70 жирных кислот**, причем более половины из них в следовых количествах.
- Практически значительное распространение имеют немногим более **20 жирных кислот**. Все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



- Среди них преобладают кислоты, имеющие С<sub>16</sub> и
   С<sub>18</sub> (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и линолевая).
   Нумерацию углеродных атомов в жирно-кислотной цепи начинают с атома углерода карбоксильной группы.
- Примерно <sup>3</sup>/<sub>4</sub> 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:

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)

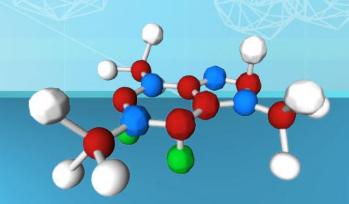
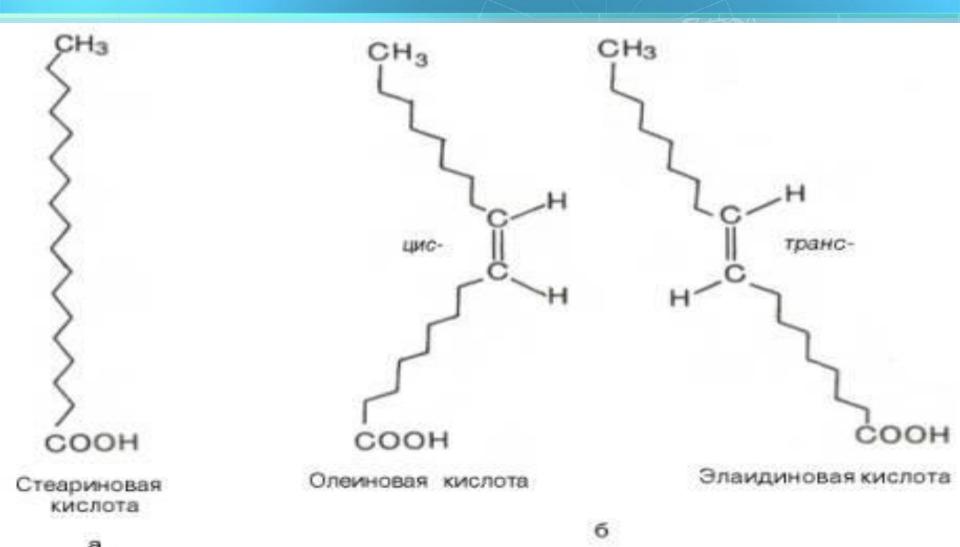


Таблица 6.1. Некоторые физиологически важные насыщенные жирные кислоты

Число атомов С	Тривиальное название	Систематическое название	Химическая формула соединения
6	Капроновая	Гексановая	CH,-(CH,),-COOH
6 8	Каприловая	Октановая	CH,-(CH,)-COOH
10	Каприновая	Декановая	CH,—(CH,),—COOH
12	Лауриновая	Додекановая	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> -COOH
14	Миристиновая	Тетрадекановая	CH,—(CH,),—COOH
16	Пальмитиновая	Гексадекановая	CH,—(CH,),,—COOH
18	Стеариновая	Октадекановая	CH, –(CH,), –COOH
20	Арахиновая	Эйкозановая	CH, -(CH,), -COOH
22	Бегеновая	Докозановая	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> -COOH
24	Лигноцериновая	Тетракозановая	CH,—(CH,),—COOH

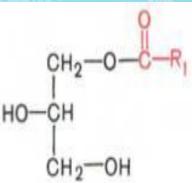
Число атомов С	Тривиальное название	Систематическое название, включая местонахождение двойных связей	Химическая формула соединения
		Моноеновые кислоты	
16	Пальмитиновая	9-гексадеценовая	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -CH=
18	Олеиновая	9-октадеценовая	=CH_(CH <sub>2</sub> ), -COOH CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ), -CH=
22	Эруковая	13-докозеновая	=CH-(CH <sub>2</sub> ),-COOH CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ),-CH= =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>1</sub> -COOH
		Диеновые кислоты	
18	Линолевая	9,12-октадека- диеновая	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -CH= =CH-CH <sub>2</sub> -CH= =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH
		Триеновые кислоты	
18	Линоленовая	9,12,15-октаде- катриеновая	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH= =CH-CH <sub>2</sub> -CH= =CH-CH <sub>2</sub> -CH= =CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> -COOH
		Тетраеновые кислоты	
20	Арахидоновая	5,8,11,14-эйко- затетраеновая	CH <sub>3</sub> —(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> —CH= =CH—CH <sub>2</sub> —CH= =CH—CH <sub>2</sub> —CH= =CH—CH <sub>2</sub> —CH== =CH—(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> —COOH
		Пентаеновые кислоты	
22	Клупанодоновая	7,10,13,16,19-доко- запентаеновая	CH,-CH,-CH= =CH-CH,-CH= =CH-CH,-CH= =CH-CH,-CH= =CH-CH,-CH= =CH-CH,-CH=



a

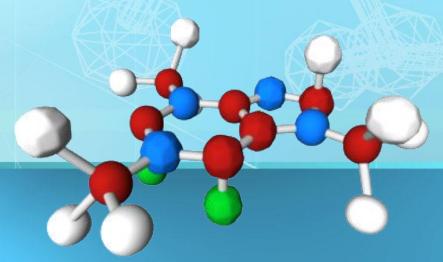
# ГЛИЦЕРИДЫ

- Представляют собой <u>сложные эфиры</u> трехатомного <u>спирта глицерина</u> и <u>высших жирных кислот</u>.
- Если жирными кислотами этерифицированы все три гидроксильные группы глицерина (ацильные радикалы R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>и R<sub>3</sub>могут быть одинаковы или различны), то такое соединение называют триглицеридом (триацилглицерол), если две диглицеридом (диацилглицерол) и, наконец, если этерифицирована одна группа моноглицеридом (моноацилглицерол):



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

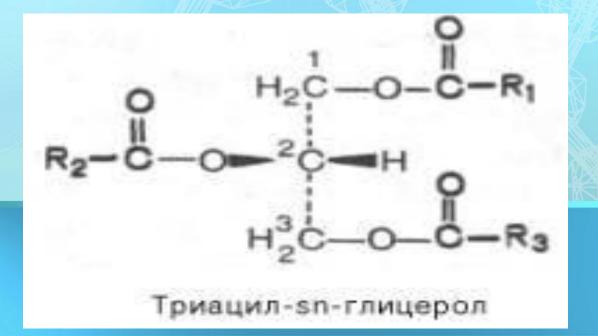
- Как отмечалось, основную массу природных <u>нейтральных</u> <u>жиров</u> составляют триглицериды. <u>Жирные кислоты</u> в триглицеридах могут быть насыщенными и ненасыщенными.
- Из <u>жирных кислот</u> чаще встречаются пальмитиновая, стеариновая и <u>олеиновые кислоты</u>. Если все три кислотных радикала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



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

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

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

#### ВОСКА

• <u>сложные эфиры высших жирных кислот</u> и высших одноатомных или двухатомных <u>спиртов</u> с числом углеродных <u>атомов</u> 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 <u>сложные эфиры многоатомных</u> <u>спиртов глицерина</u> или сфингозина с <u>высшими жирными</u> <u>кислотами</u> и <u>фосфорной кислотой</u>.
- В состав фосфолипидов входят также азотсодержащие соединения: холин, этаноламин или серин.
- Наиболее распространенными в <u>тканях</u> животных являются <u>глицерофосфолипиды</u>.

### ГЛИЦЕРОФОСФОЛИПИДЫ

являются производными фосфатидной кислоты.

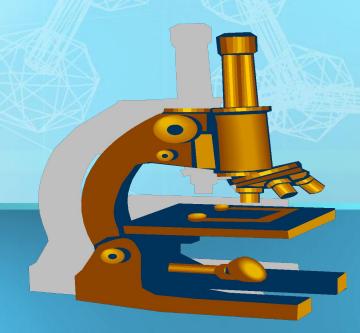
В их состав входятглицерин, жирные кислоты, фосфорная кислота и обычно азотсодержащие соединения.

Общая формула глицерофосфолипидов выглядит так:

$$R_2$$
—С—О—СН О  $R_2$ —О—СН О  $R_2$ —О—СН О  $R_2$ —О—СН О  $R_2$ —О—СН О  $R_3$  Фосфатидная кислота Глицерофосфолипид

## ГЛИКОЛИПИДЫ

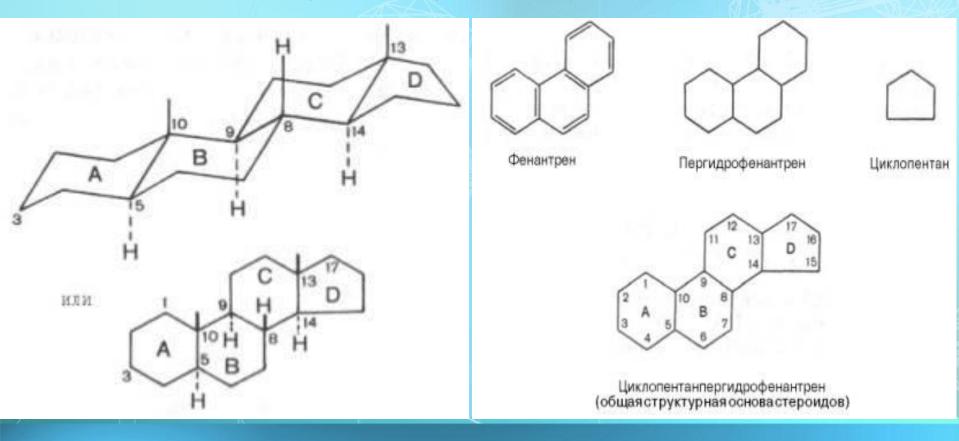
- Широко представлены в тканях, особенно в нервной ткани, в частности в мозге.
- Главной формой гликолипидов в животных тканях являются гликосфинголипиды.
- Простейшими гликосфинголипидами являются галактозилцерамиды и глюкозилцерамиды



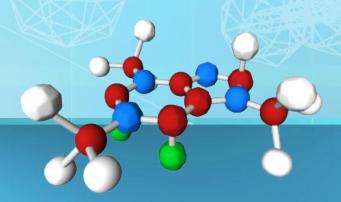
## СТЕРОЙДЫ

- 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).

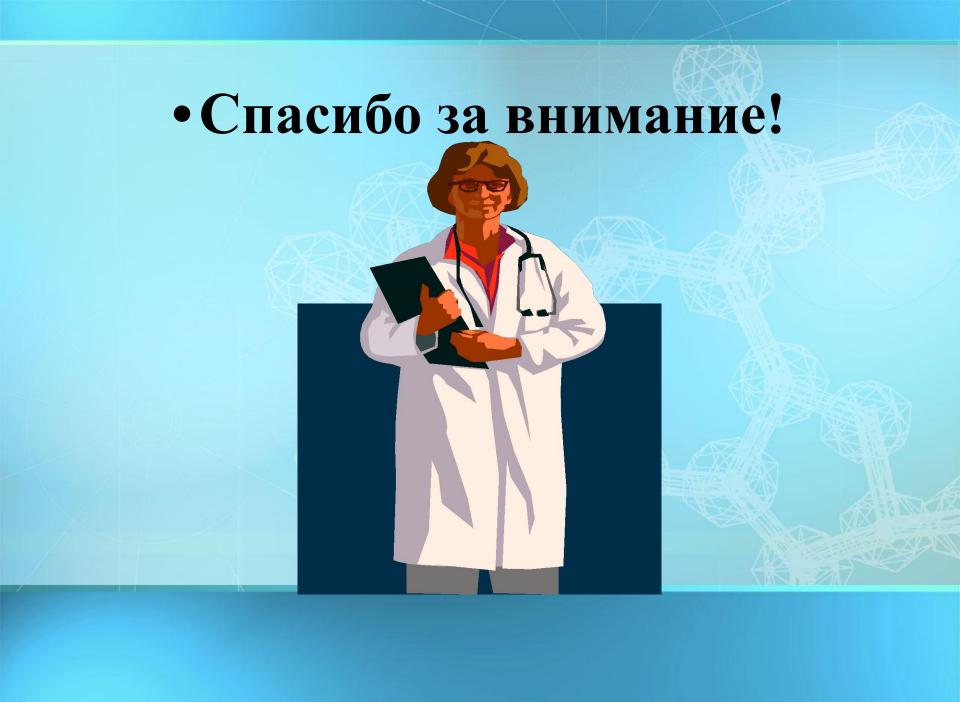
• Все стероиды в своей структуре имеют ядро, образованное гидрированным фенантреном (кольца A, B и C) и циклопентаном (кольцо D):



- 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<sub>3</sub>.
- 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.

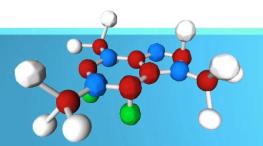






# Your Topic Goes Here

Your subtopic goes here



# Elements Page

