

ЛИПИДЫ



ЛИПИДЫ – это жирные кислоты и их производные. Нерастворимы в воде. Растворимы в неполярных растворителях, таких как: хлороформ, эфир, бензол. Имеют низкую теплопроводность.

Жирные кислоты – алифатические монокарбоновые кислоты: R – COOH.

АЛИФАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ (от греч. *aleiphar*, род. п. *aleiphatos* - жир) (жирные соединения, ациклические соединения), органические соединения, в молекулах которых атомы углерода образуют "открытые" линейные (алифатические соединения нормального строения) или разветвленные (алифатические соединения изостроения) цепи.

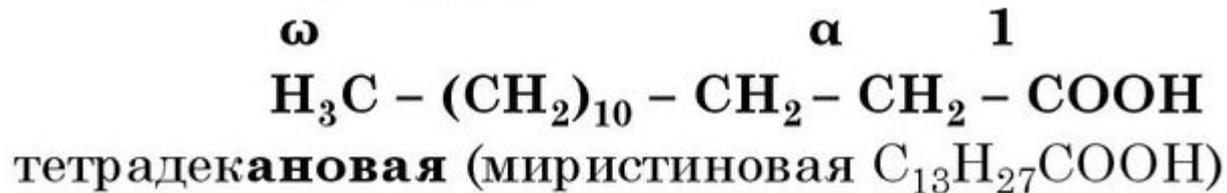
Включают углеводороды (напр., алканы, олефины) и их производные (напр., спирты, карбоновые кислоты, амины).

Подразделяются на насыщенные, которые содержат только простые связи (C-C), и ненасыщенные, содержащие кратные связи (C=C, C≡C). Основные источники углеводородов - нефть и природный газ, их производных - растительные и животные организмы.

ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

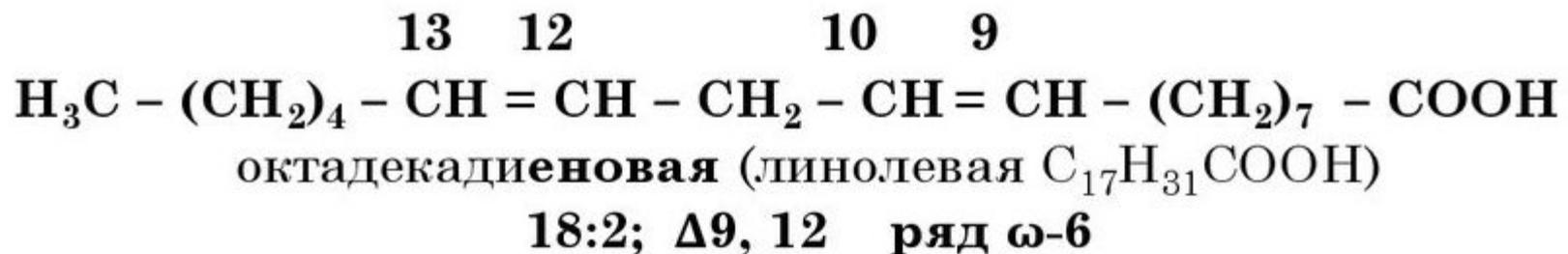
АЛИФАТИЧЕСКИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Насыщенные: $C_n H_{2n+1} COOH$



Ненасыщенные: $C_n H_{(2n+1)-2m} COOH$

m – количество двойных связей (моно-, полиеновые)



- в природных жирах – четное число атомов С (12 – 24)
- природные полиеновые ЖК имеют цис-конфигурацию

Вещества

Гидрофобные

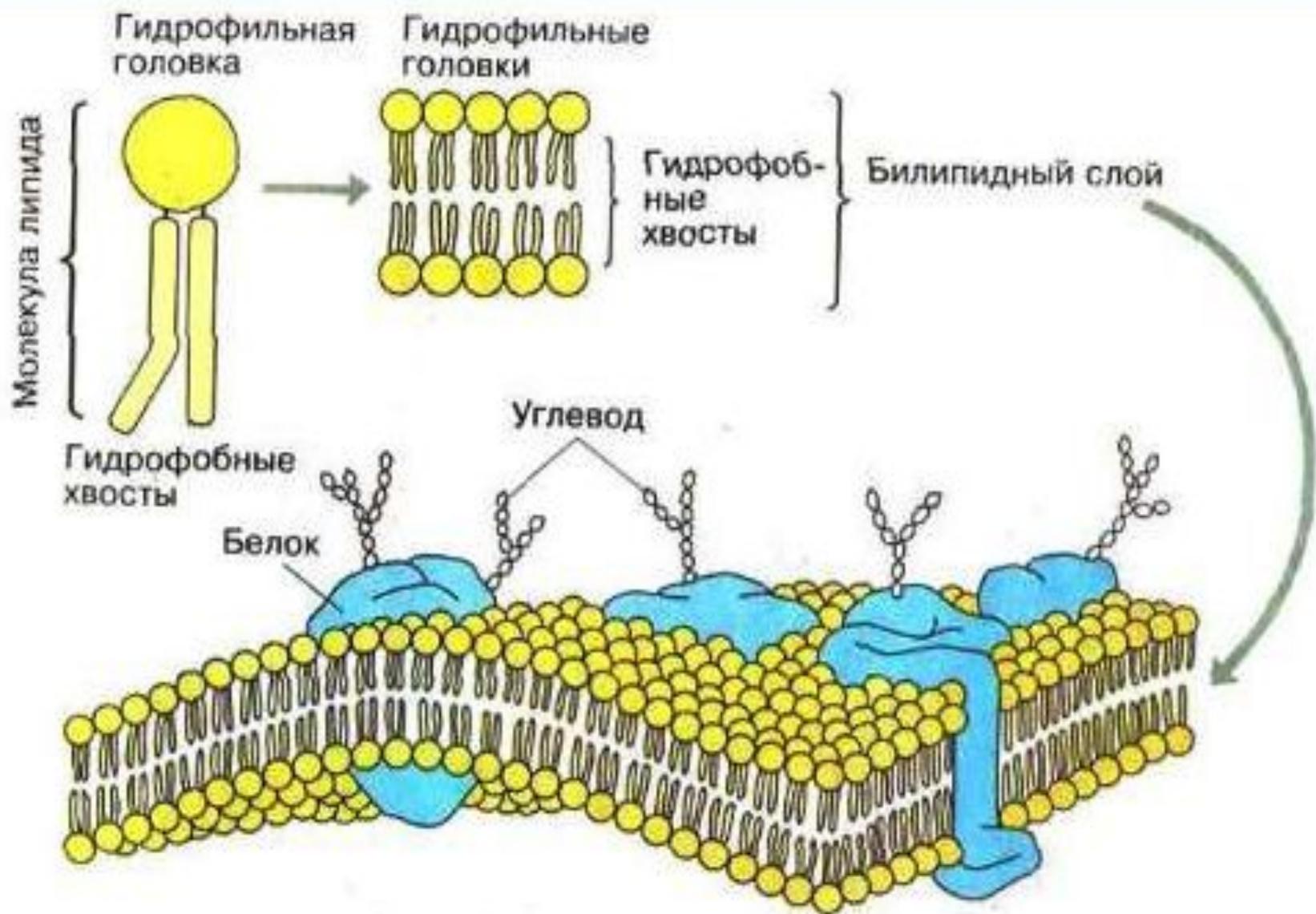
**Липиды, жиры,
нерастворимые
соли,
некоторые белки**

Гидрофильные

**Соли, сахара,
аминокислоты,
нуклеиновые
кислоты,
спирты,
неорганические
Кислоты**

Функции липидов

Функции	Сущность
1) Структурная	В состав мембран входят фосфолипиды, гликолипиды.
2) Энергетическая	При расщеплении одного грамма жира выделяется 38,9кДж. 9,8
3) Запасающая	Создание резервного источника энергии (капля жира в клетке, жировое тело насекомого, подкожная жировая клетчатка млекопитающих). ккал
4) Защитная	Водоотталкивающее средство (воск, перья, шерсть), электрическая изоляция, физическая защита от механических повреждений.
5) Терморегуляторная	Тепловая изоляция (подкожный жир «бурый жир»- биологический обогреватель.
6) Источник эндогенной воды	Окисление 100г жира дает 107 мл воды.
7) Регуляторная	Липиды- предшественники синтеза жирорастворимых витаминов: А, D, Е, К.



Строение клеточной мембраны

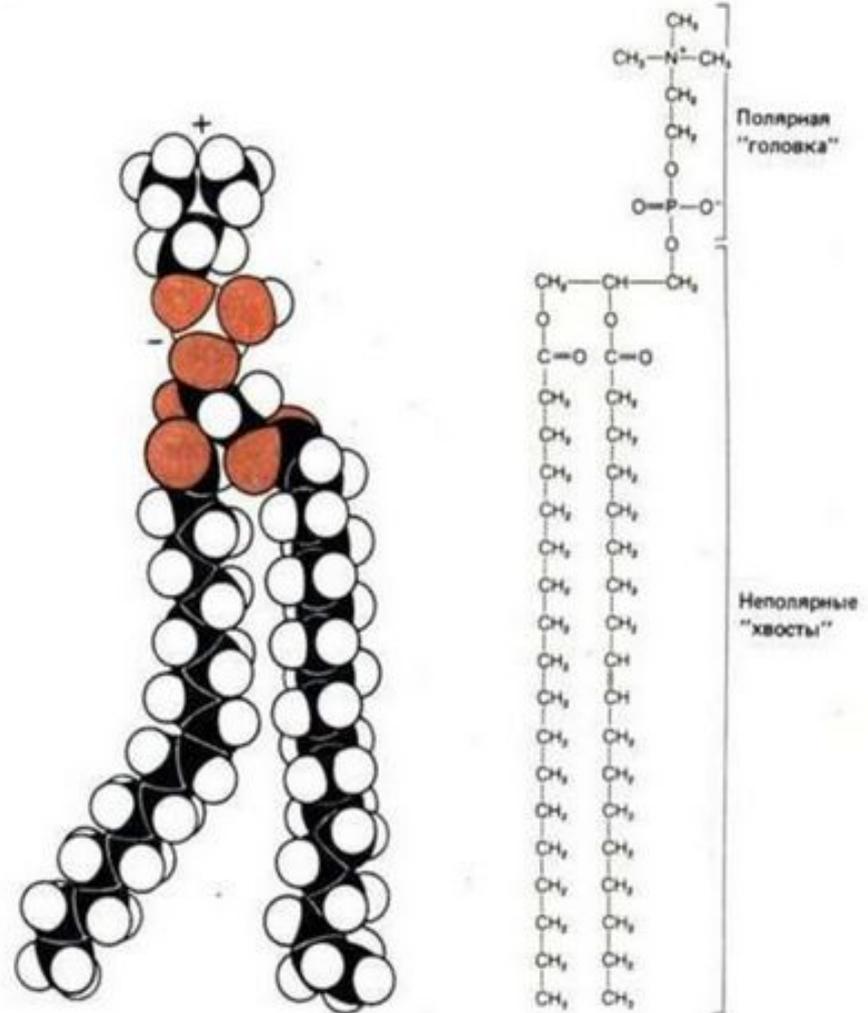
Строение липидов

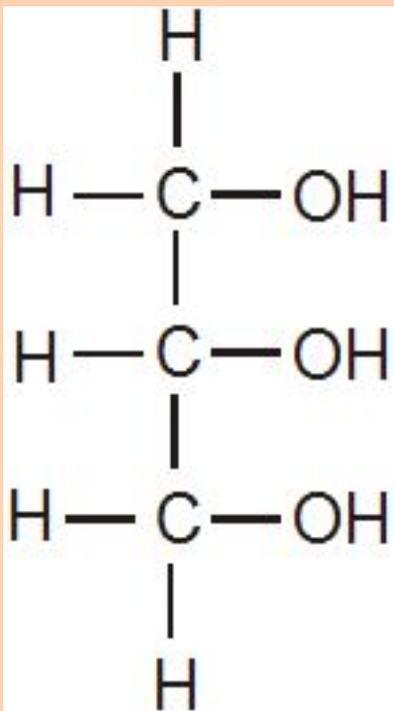
Липиды состоят из:

1. **полярной** (гидрофильной) **ГОЛОВКИ**,
2. **шейки**
3. **неполярных** (гидрофобных) **ХВОСТОВ**.

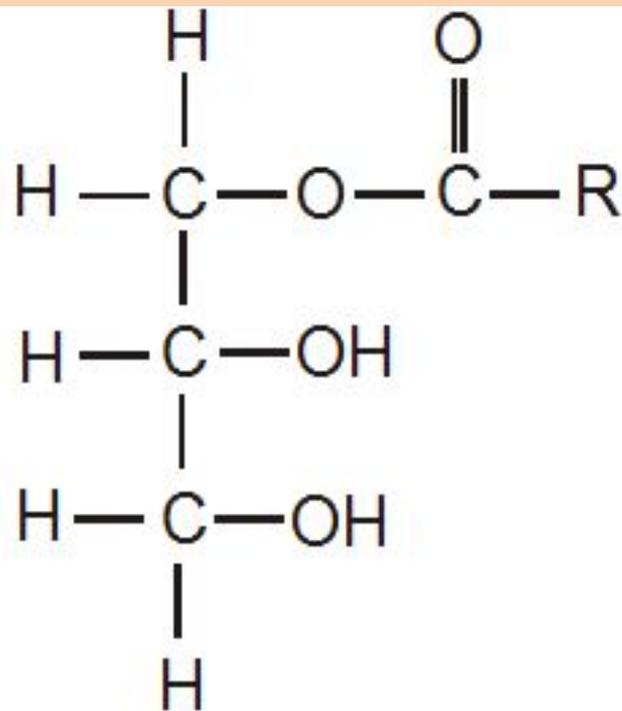
Головка образована:
остатком фосфорной
кислоты (фосфолипиды)
или остатком сахаров
(гликолипиды).

Шейка образована:
остатком глицерина
(глицеролипиды) или
сфингозина
(сфинголипиды).

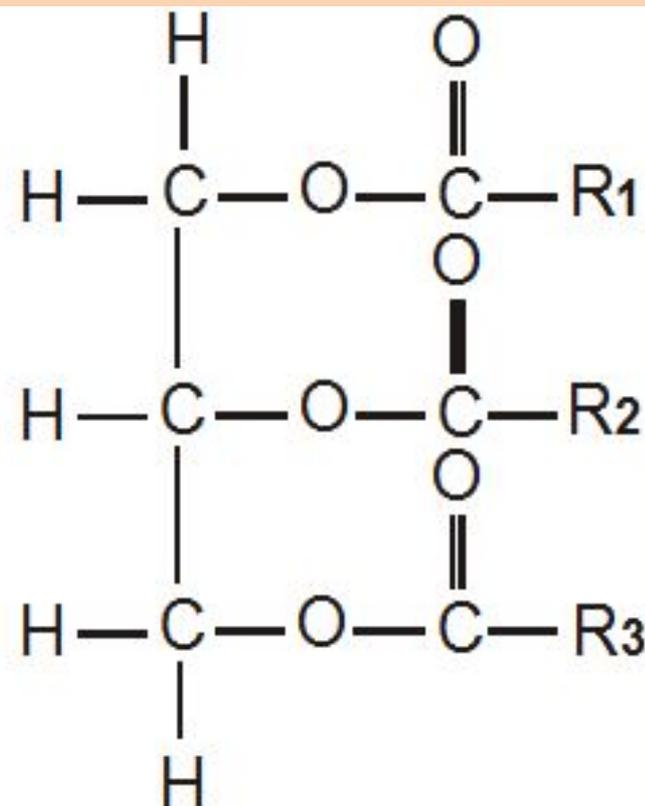




Глицерол



1-моноацилглицерин



Триацилглицерин

ЛИПИДЫ

Органические вещества биологической природы, нерастворимые в воде, но растворимые в неполярных растворителях (бензол, эфир, хлороформ)

ОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

При гидролизе в щелочной среде образуют спирт и соли жирных кислот

ПРОСТЫЕ ЛИПИДЫ

При гидролизе образуют спирты и жирные кислоты

- ВОСКА
- ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИНЫ (нейтральные жиры)

СЛОЖНЫЕ ЛИПИДЫ

При гидролизе образуют спирты, жирные кислоты и другие вещества (углеводы, азотсодержащие вещества, фосфорную кислоту)

ФОСФОЛИПИДЫ

ГЛИКОЛИПИДЫ

- Цереброзиды
- Сульфолипиды
- Ганглиозиды

ГЛИЦЕРОФОСФОЛИПИДЫ

- Фосфатидилхолины (лецитины)
- Фосфатидилэтаноламины (кефалины)
- Фосфатидилсерины
- Фосфатидилинозитолы
- Плазмалогены
- Кардиолипиды

СФИНГОФОСФОЛИПИДЫ

Сфингомиелины

НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ЛИПИДЫ

Не гидролизуются в щелочной или кислой среде

Производные насыщенного углеводорода – циклопентанпергидрофенантрена. Стероиды делят на группы в зависимости от количества углеродных атомов боковой цепи у C₁₇

СТЕРИНЫ, СТЕРИДЫ

Эфиры стерinov и жирных кислот (восемь углеродных атомов у C₁₇) – холестерин, эфиры холестерина

ЖЕЛЧНЫЕ КИСЛОТЫ

Холевая, дезоксихолевая и хенодезоксихолевая кислоты (пять углеродных атомов у C₁₇)

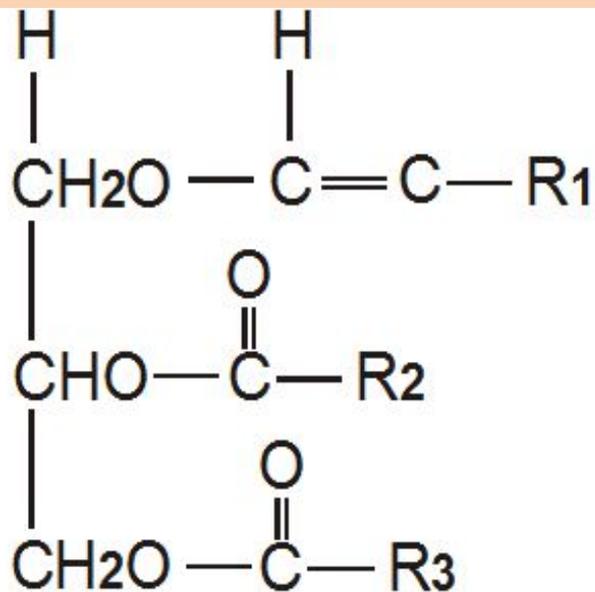
СТЕРОИДНЫЕ ГОРМОНЫ

Кортикостероиды и прогестероны (два углеродных атома C₁₇).

СТЕРОИДНЫЕ ВИТАМИНЫ

Витамины D₂ и D₃, провитамины D (эргостерин, 7-дегидрохолестерин), восемь углеродных атомов у

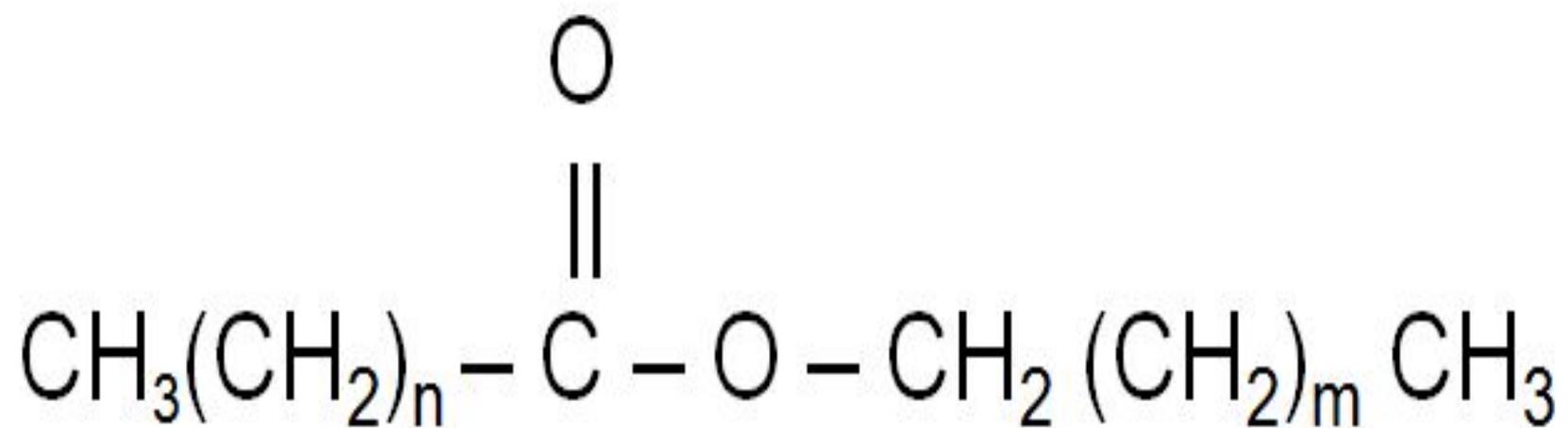
Нейтральные плазмалогены



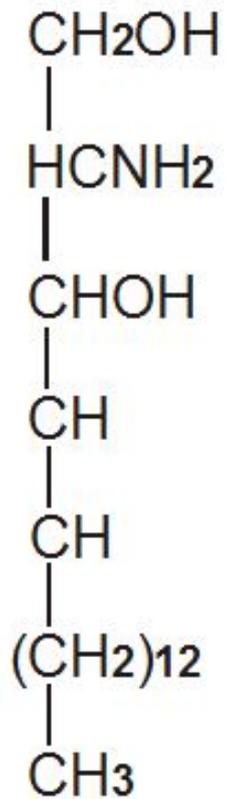
Плазмоген

(R-ненасыщенный алифатический спирт, R1, R2 - жирные кислоты)

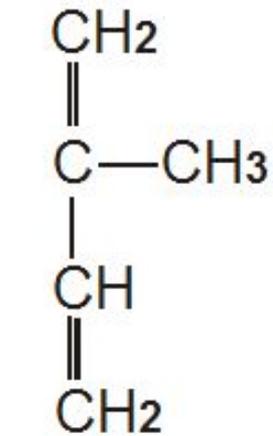
Воска



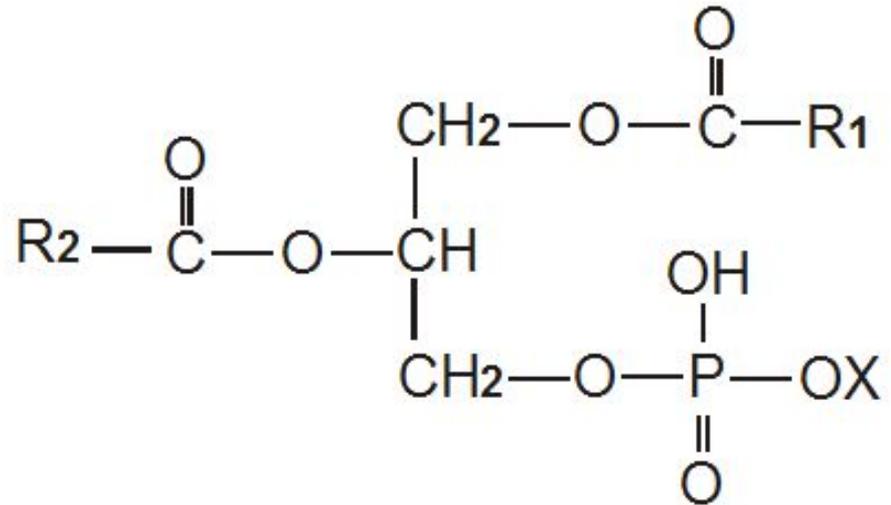
Гликолипиды



Сфингозин

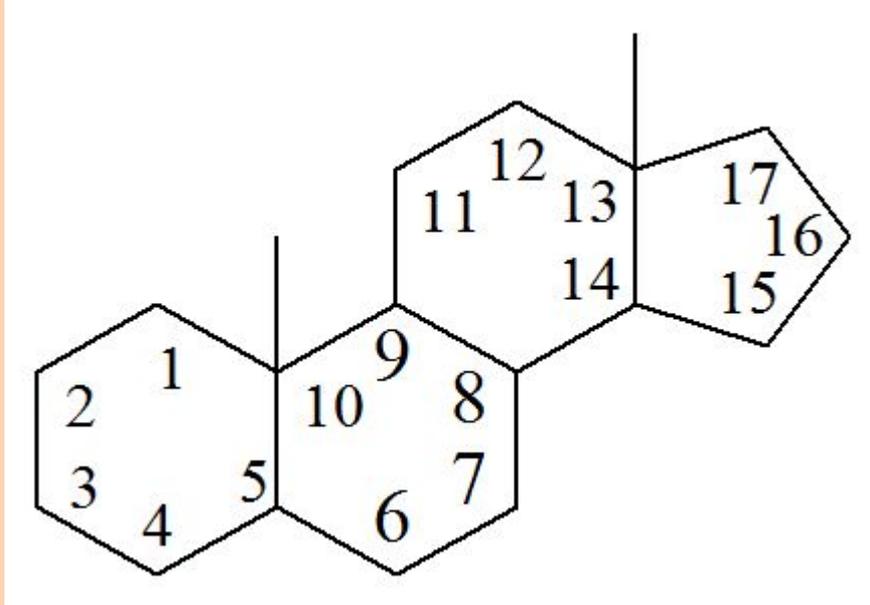


Изопрен

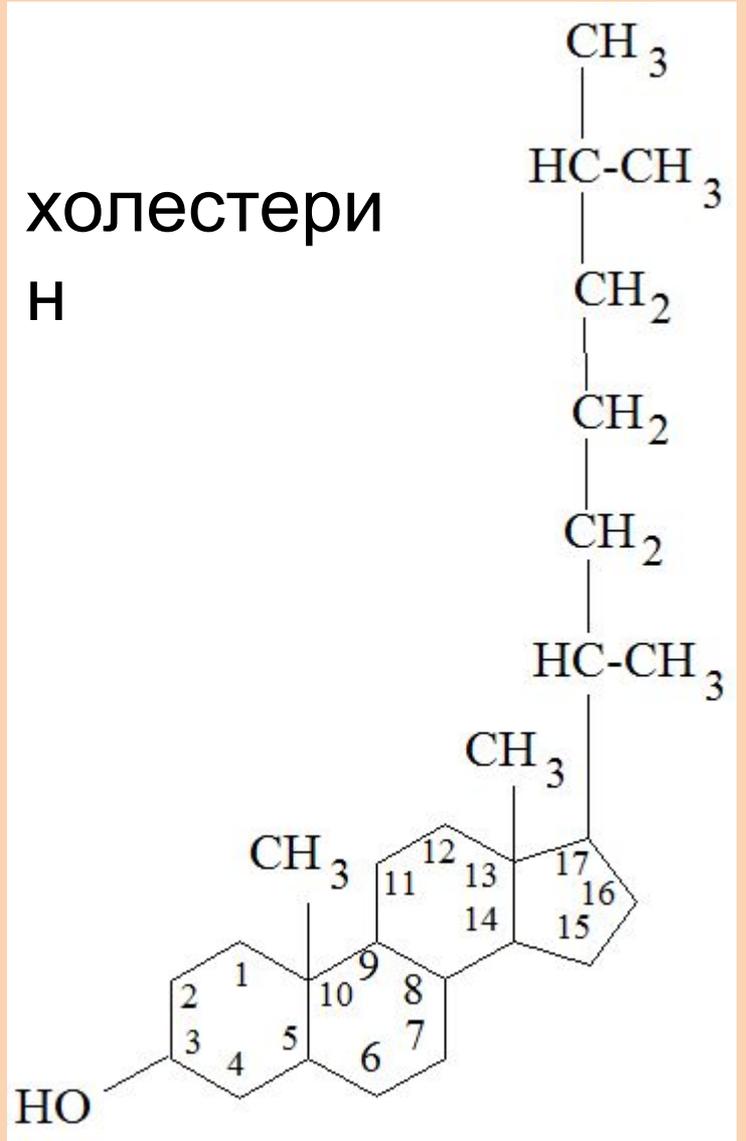


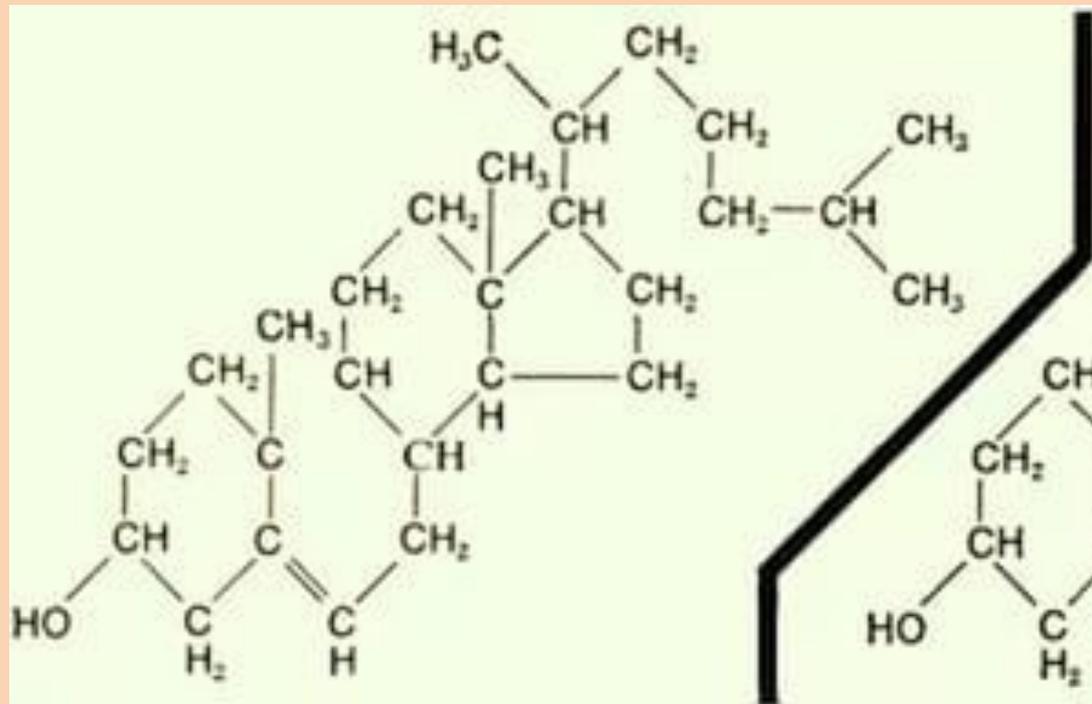
Глицерофосфолипид

стероиды

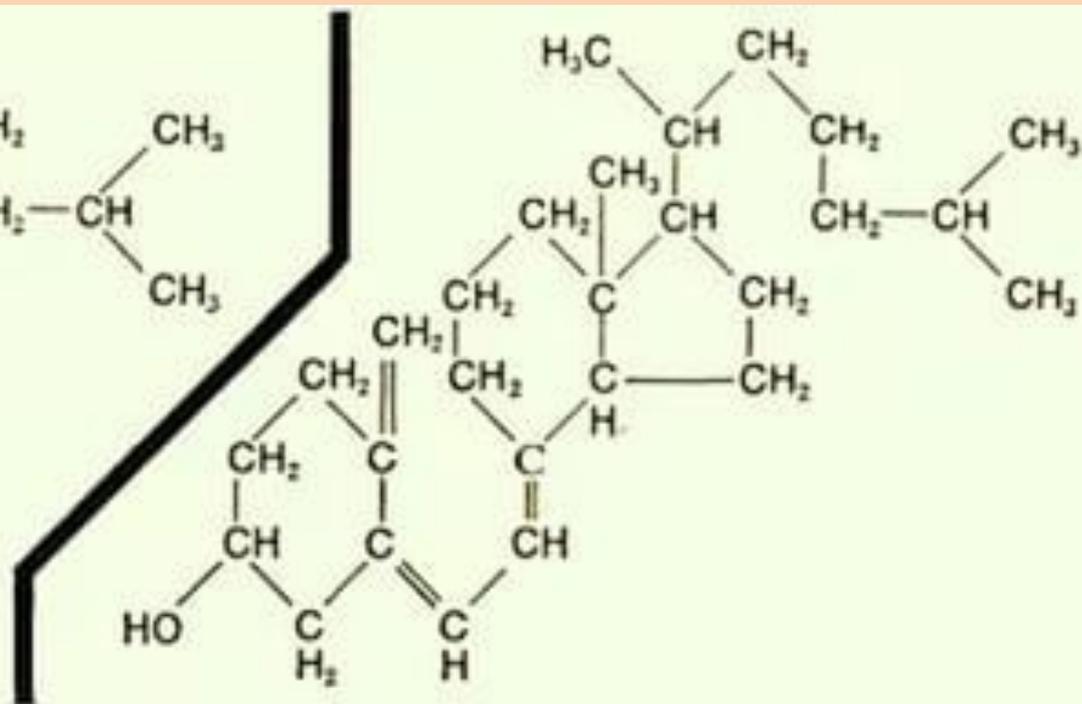


ЦОКЛОПЕНТАПЕРГИДРОФЕНА
НТРЕН



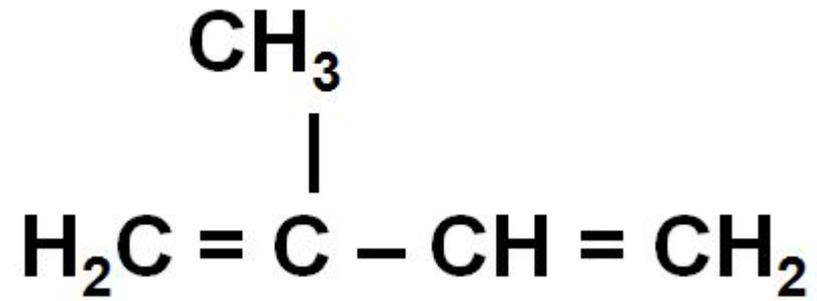


Структурная формула холестерина



Структурная формула витамина D₃

Терпены



ИЗОПР
ЕН

Химическая классификация липидов



Нейтральные липиды

- 1) Глицеролипиды
- 2) Диольные липиды
- 3) Воска
- 4) Эфиры холестерина

Полярные липиды

- 1) Фосфолипиды
- 2) Сфинголипиды
- 3) Гликолипиды
- 4) Сульфолипиды
- 5) Фосфонолипиды

ЛИПИДЫ

10 - 20 % от массы тела человека
(10-12 кг)

до 18 кг

2-3 кг

резервные

структурные

ацилглицерины

все остальные

энергетическая
ценность

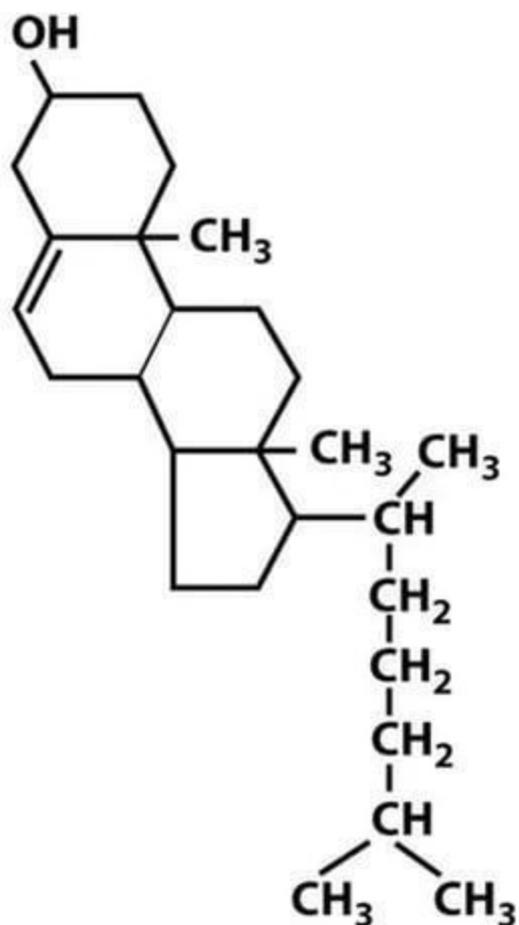
около 98%
содержатся в
жировой ткани

- биологические
- мембраны
- покровы растений
- покровы насекомых
- кожа животных

20- 25% в нервной
ткани

40% в
биологических
мембранах

ЛИПИДЫ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН



структурная формула
холестерина

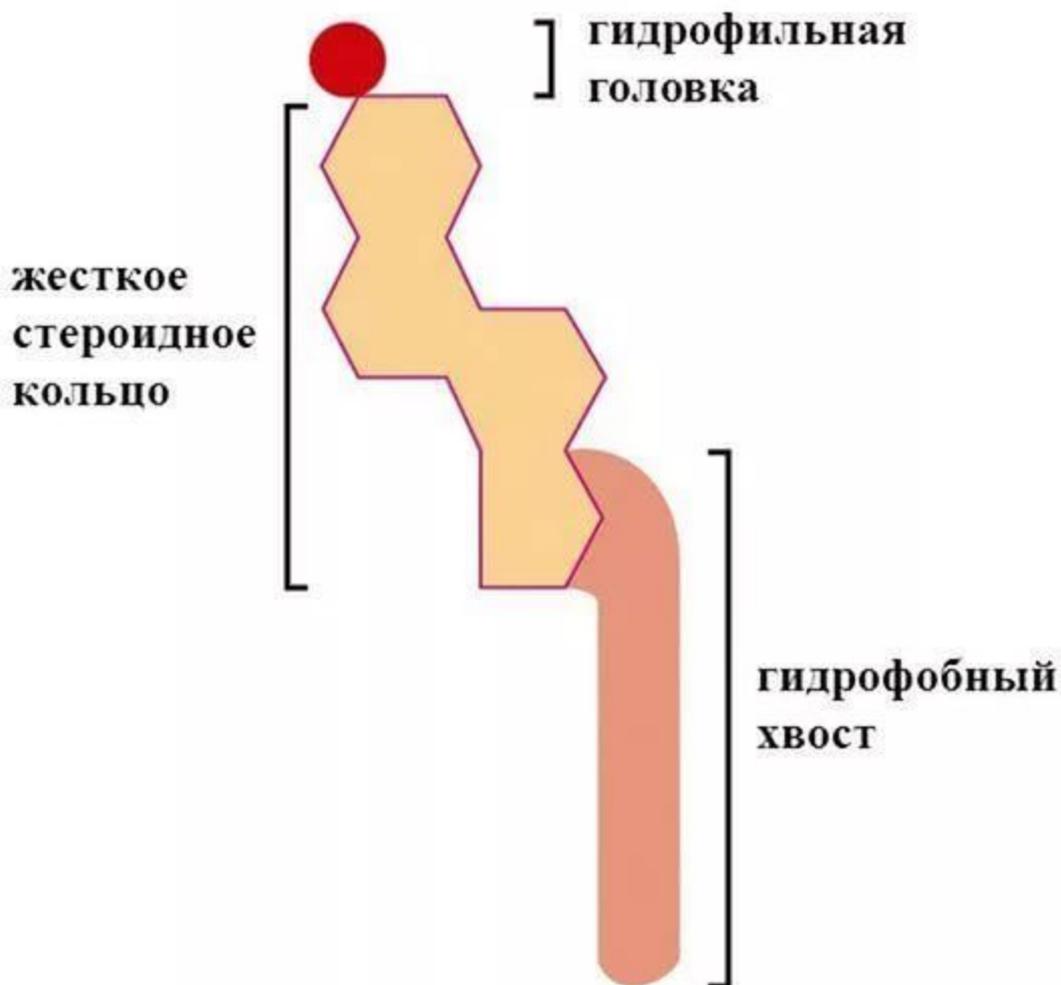


схема строения
холестерина

Жирные кислоты	Основные пищевые источники
<i>Полиненасыщенные жирные кислоты:</i>	
ω -6	
линолевая	Овощное масло, орехи, семечки
ω -3	
линоленовая	Льняное, соевое масло
эйкозопентаеновая, дексозогексаеновая	Рыба, рыбий жир, планктон
<i>Мононенасыщенные жирные кислоты ω-9:</i>	
олеиновая (цис-форма)	Растительные масла (оливковое, соевое, Подсолнечное), орехи, авокадо
олеиновая (транс-форма)	Маргарины
<i>Насыщенные жирные кислоты</i>	Продукты животного происхождения

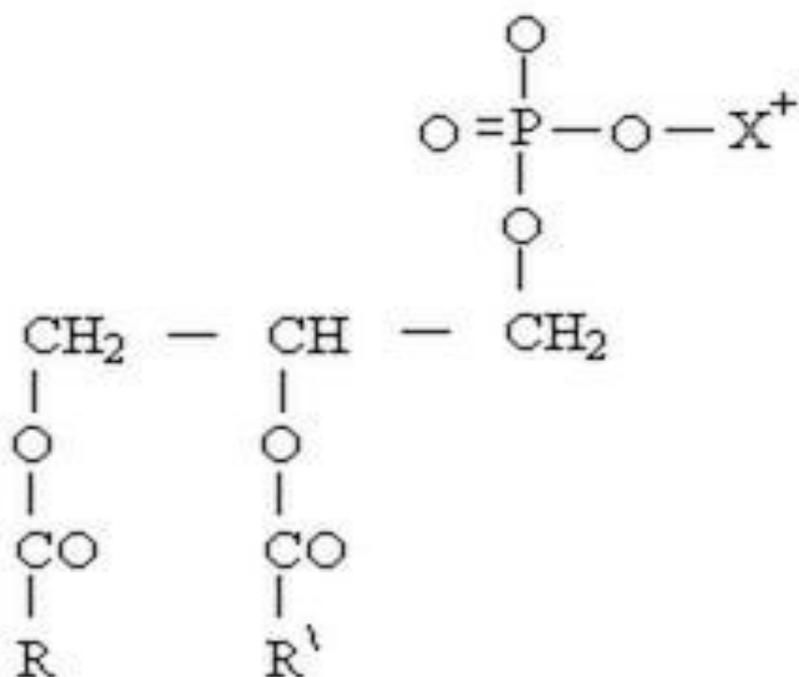
В пище и препаратах встречаются четыре вида Омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК):

альфа-линоленовая кислота (**ALA**)

эйкозопентаеновая кислота (**EPA**)

докозагексаеновая кислота (**DHA**)

докозопентаеновая кислота (**DPA**)



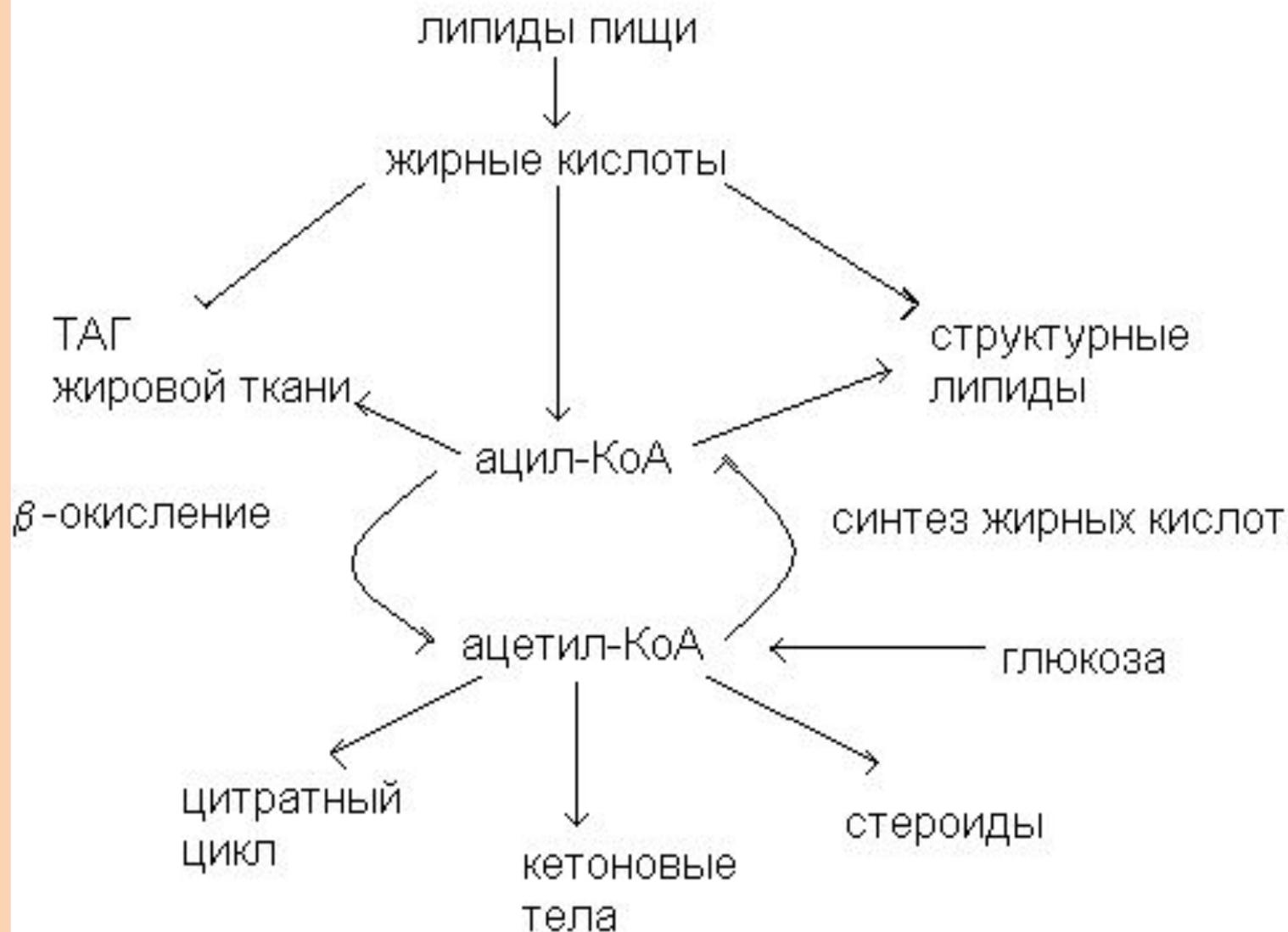
где RCO - остаток насыщенной кислоты;

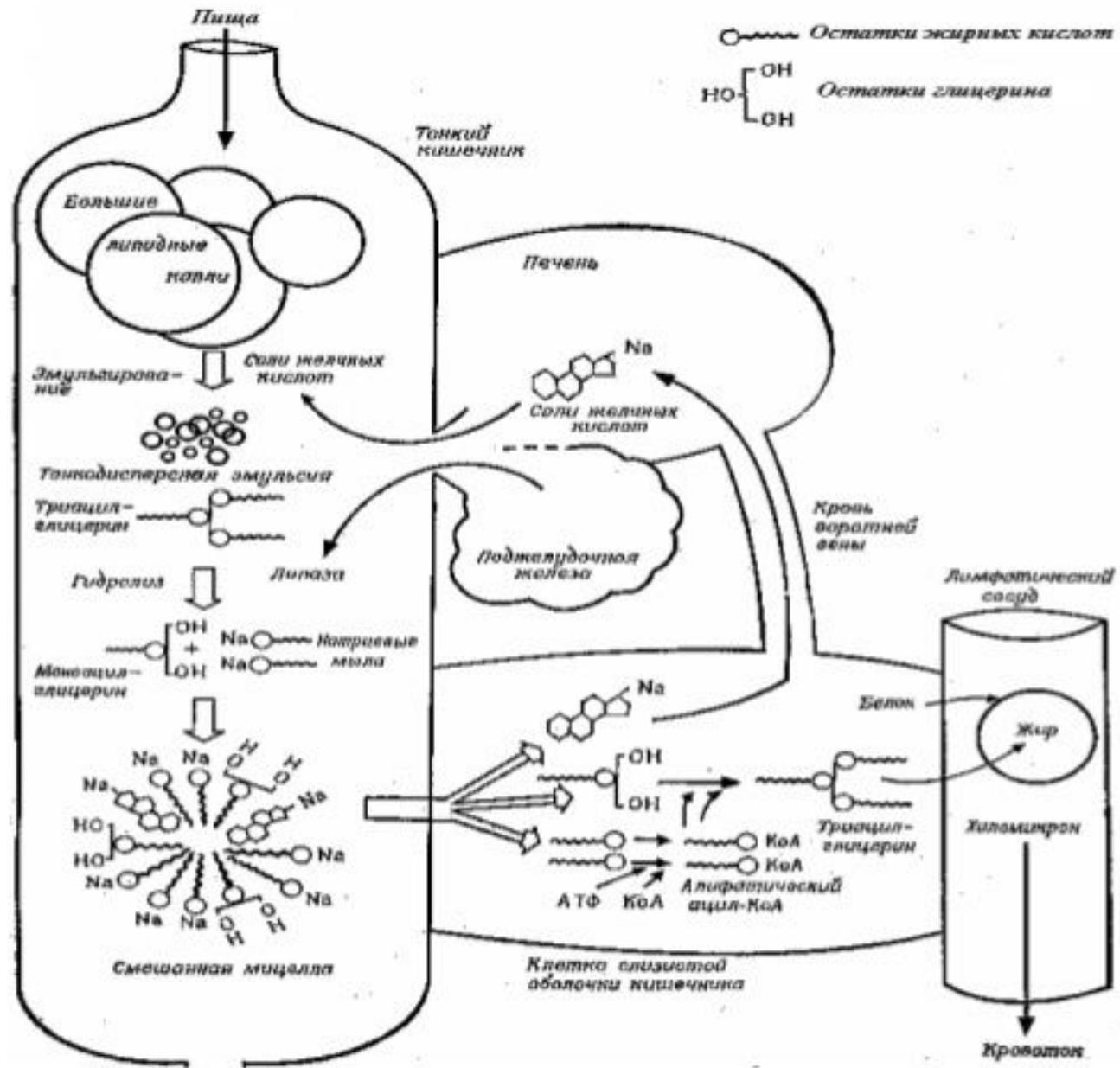
R'\text{CO} - остаток ненасыщенной кислоты;

X = - CH₂ - CH₂ - NH₃⁺ - фосфатидилэтаноламины;

- CH₂ - CH₂ - N(CH₃)₃ - фосфатидилхолины;

- CH₂ - CH - COO⁻ - фосфатидилсерины
 |
 NH₃⁺



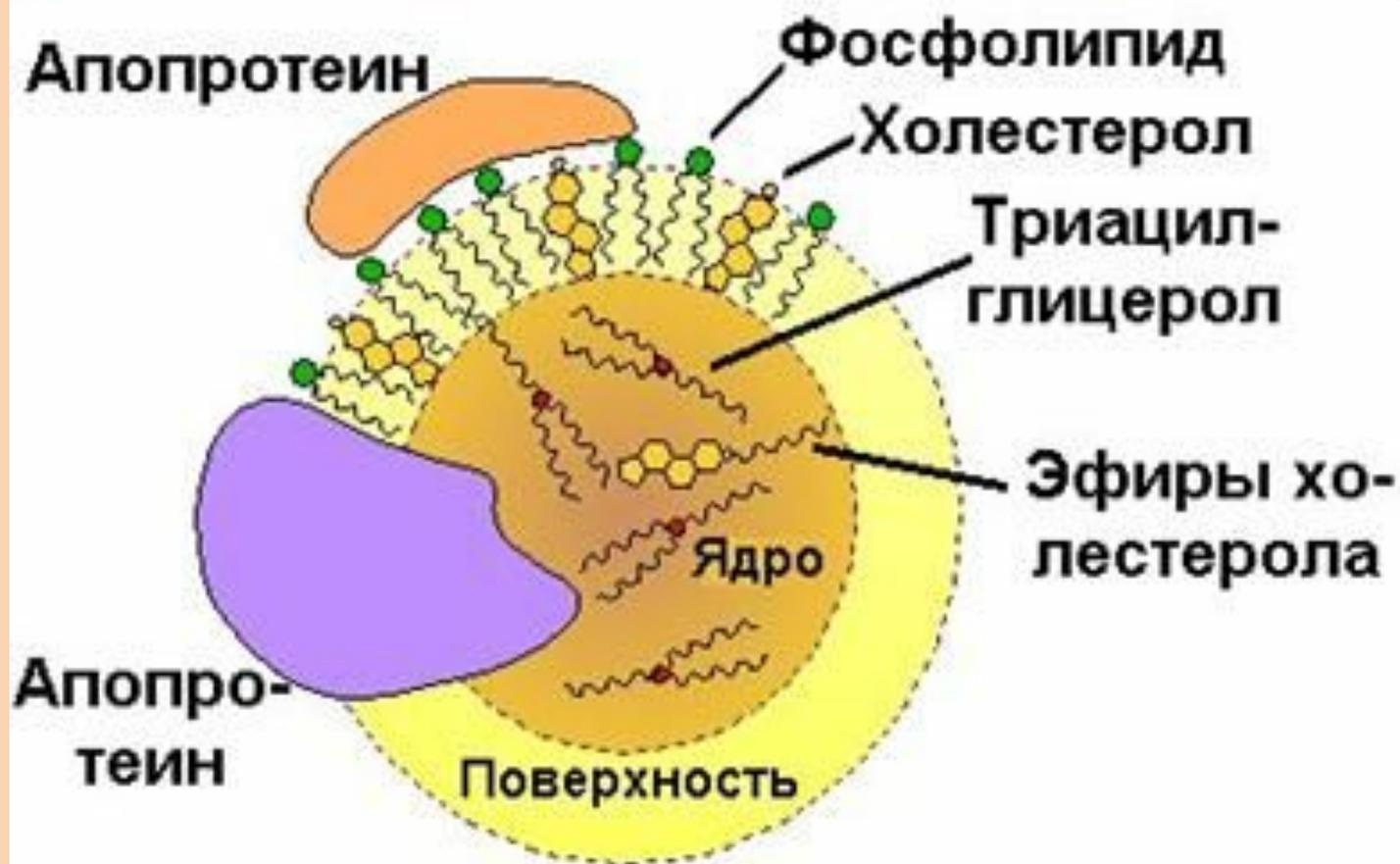


ПЕРЕВАРИВАНИЕ И ВСАСЫВАНИЕ ЖИРОВ

СУДЬБА ХОЛЕСТЕРИНА



Общая структура липопротеинов плазмы

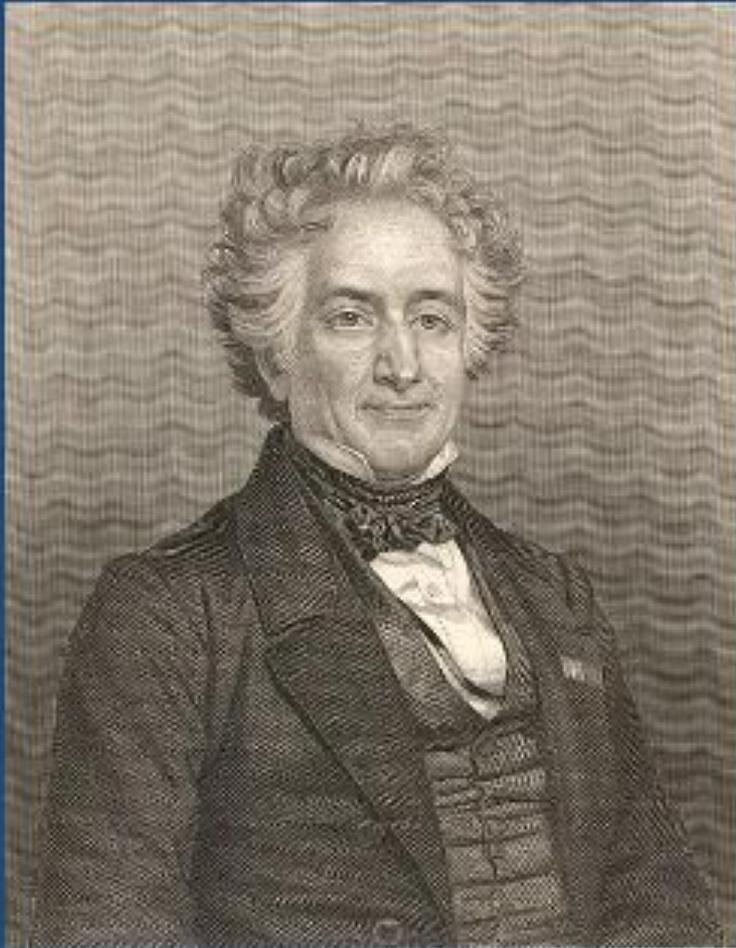


История изучения жиров



- То, что в состав жиров входит глицерин, впервые выяснил в 1779 г. знаменитый шведский химик **Карл Вильгельм Шееле**. Нагревая оливковое масло с влажным свинцовым глётком (PbO), он выделил из смеси неизвестное ранее жидкое вещество - «сладкое начало масел».

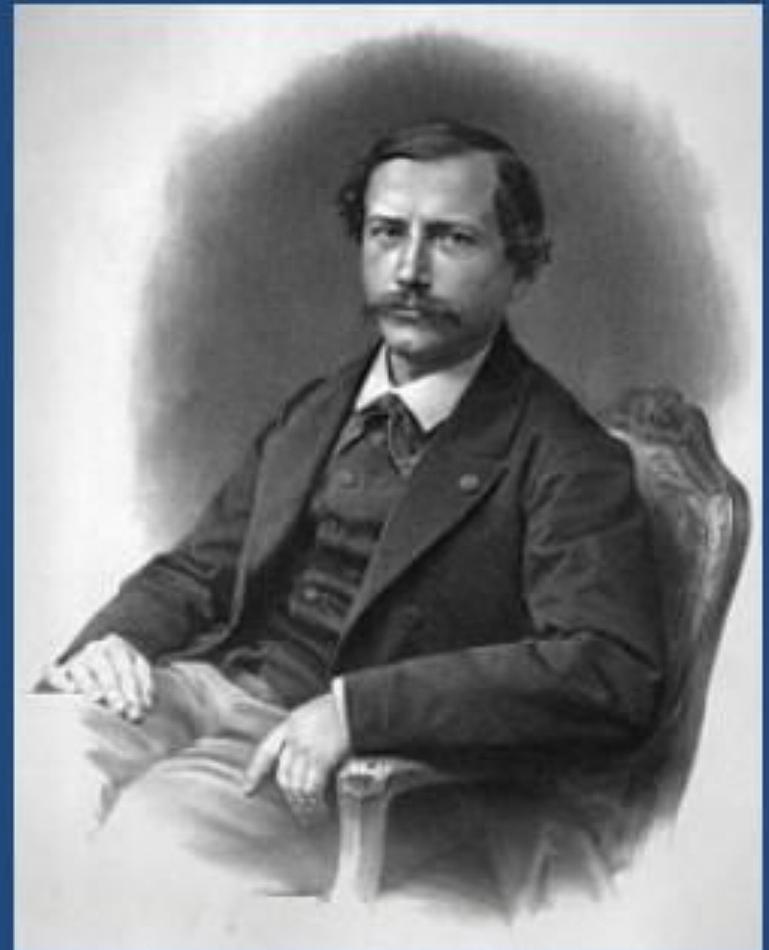
История изучения жиров



- Впервые состав жиров определил в начале прошлого века французский химик **Мишель Эжен Шеврёль**, основоположник химии жиров.
- Действуя водными растворами кислот и щелочей на различные жиры, он получил в результате реакции гидролиза глицерин и различные жирные кислоты.

История изучения жиров

- В 1854 французский химик **Марселен Бертло** (1827–1907) провел реакцию этерификации, то есть образования сложного эфира между глицерином и жирными кислотами и таким образом впервые синтезировал жир.



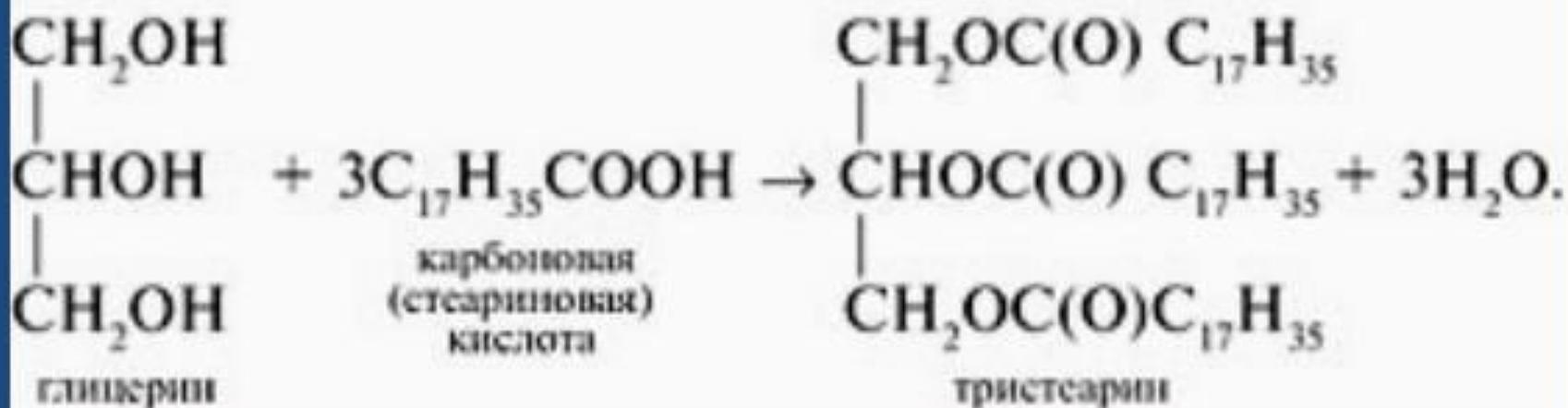
История изучения жиров



- В 1859 его соотечественник **Шарль Вюрц** (1817–1884), используя реакцию, названную его именем, синтезировал жиры, нагревая трибромпропан с «серебряными мылами».

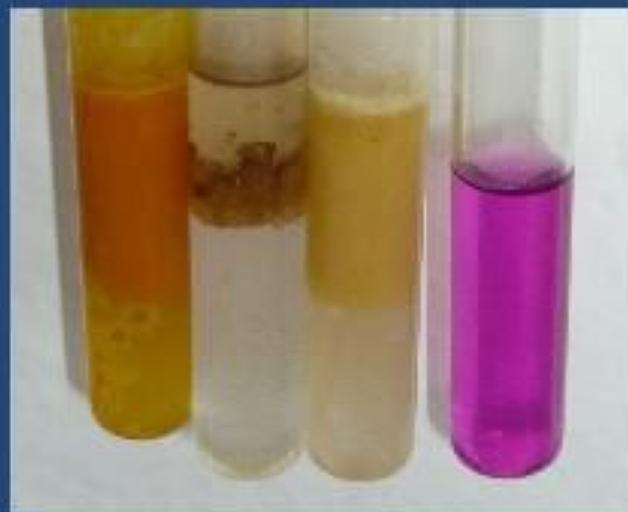
Синтез жиров – реакция этерификации

Синтез одного из жиров (тристеарина)
можно представить схемой:



Химические свойства жиров

- Непредельные жиры могут вступать в реакцию **окисления**, например, окисляются кислородом воздуха, обесцвечивают раствор перманганата калия KMnO_4 и бромную воду.



Облепиховое, пихтовое и подсолнечное масла обесцвечивают раствор KMnO_4 после интенсивного встряхивания.

Химические свойства жиров

- **Йодирование**. Для определения степени ненасыщенности жира используют «йодное число», которое равно массе йода, способного присоединиться к 100 г жира (для твердых жиров оно мало, а для жидких доходит до 200).
- Непредельные жиры способны к реакции **полимеризации**. Конопляное, льняное и др. масла являются высыхающими, так как в них из-за присутствия двойных связей возможна полимеризация – «сшивка» отдельных молекул с образованием нерастворимой пленки. Это свойство широко используют для приготовления натуральной олифы – растворителя для масляных красок.



- Конечно, намного проще и дешевле получать жиры из природных источников, но Бертелло и Вюрц вовсе не собирались заменять природный жир синтетическим. Проведенный ими так называемый «встречный синтез» однозначно доказывал состав природных жиров.



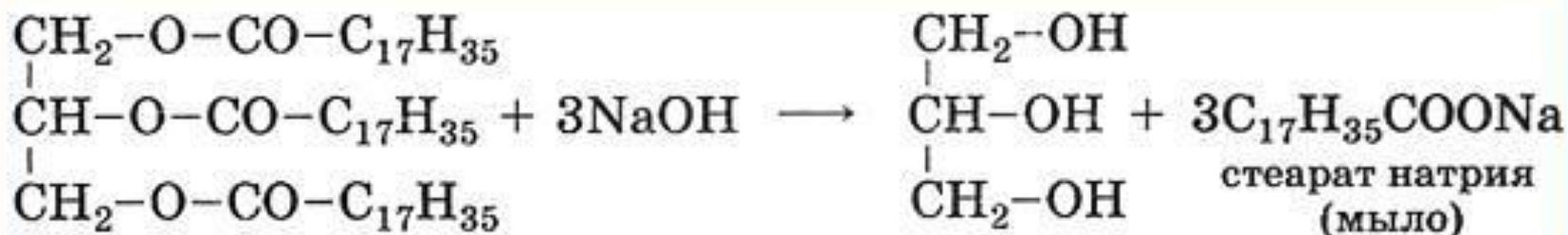
Физические свойства жиров

- Животные жиры – *твердые* легкоплавкие вещества легче воды (плотность 0,91–0,94 г/см³), плохо проводят тепло.
- Большинство растительных масел – *жидкости*, застывающие ниже 0°С (подсолнечное – от –16 до –19° С, оливковое – от –2 до –6° С и потому оно легко замерзает).
- Кипят масла при атмосферном давлении лишь при высокой температуре (порядка 300°С) и при этом разлагаются; их можно перегонять только в вакууме.



Химические свойства жиров

- **Гидролиз**



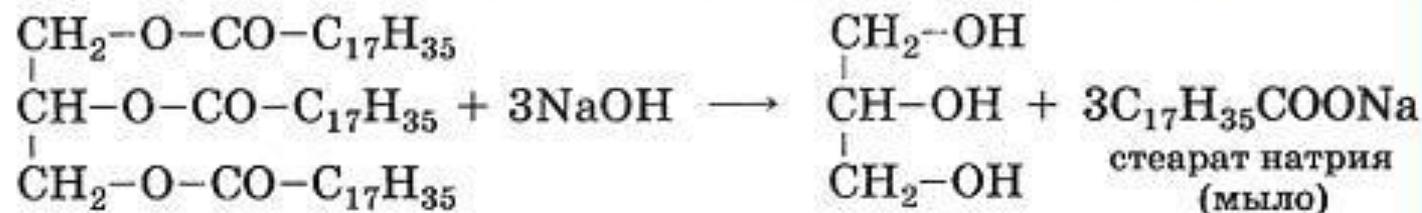
- При длительном хранении в обычных условиях жиры, например сливочное масло, подвергаются частичному гидролизу. Образовавшаяся, хотя и в небольшом количестве, масляная (бутановая) кислота $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ придает сливочному маслу неприятный вкус и запах.

Этот процесс называют **прогорканием**.



Химические свойства жиров

- Щелочной гидролиз – **омыление**



- Этот процесс известен с древних времен, когда для получения мыла животные жиры кипятили с водой и древесной золой, содержащей карбонат калия.



- На реакции щелочного гидролиза основан один из традиционных методов исследования жиров – определение их «эфирного числа», которое равно массе KOH (мг), необходимой для омыления 1 г жира, для говяжьего жира это число составляет 185–190.

