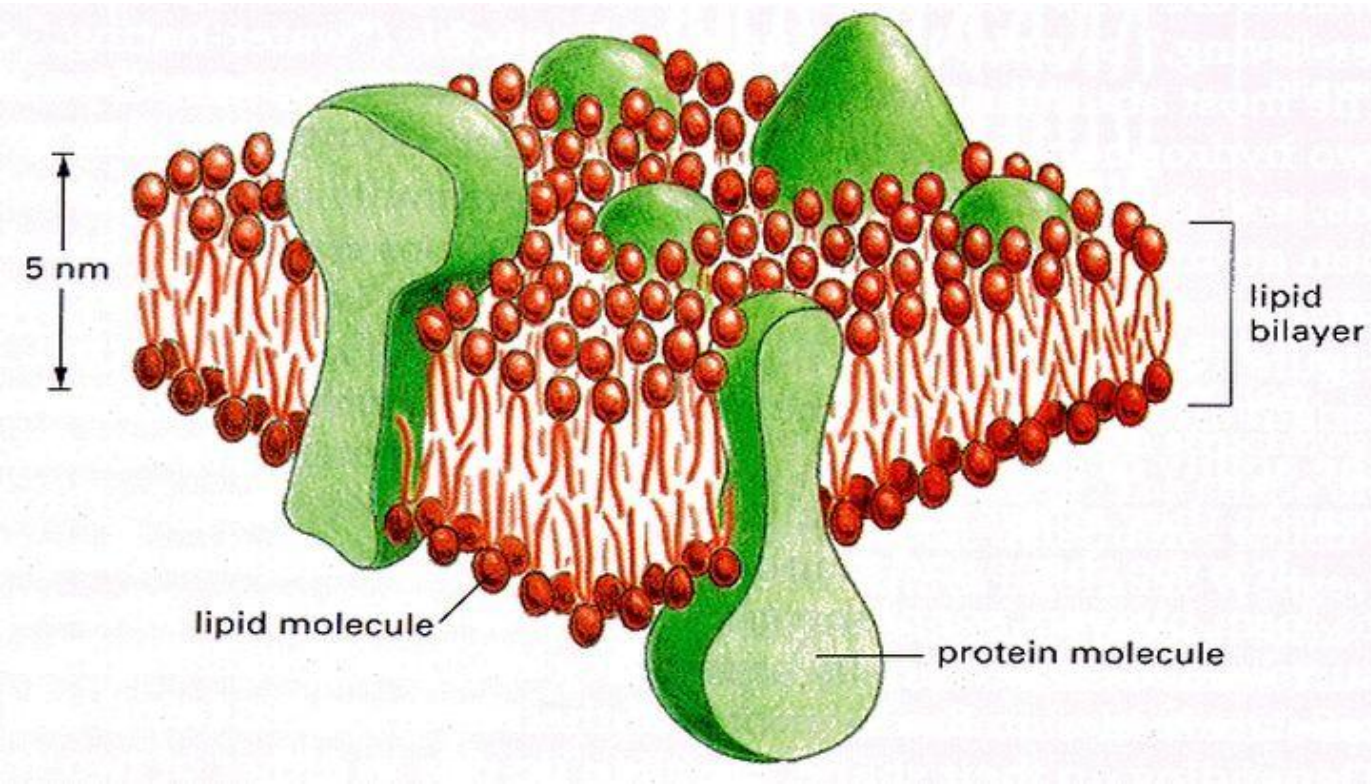


Ставропольский государственный медицинский
университет
Кафедра общей и биологической химии

Липиды



План лекции:

1. Классификация липидов
2. Биологическая роль

**Липиды – нерастворимые в воде
маслянистые вещества,
которые могут быть
экстрагированы из клеток
неполярными растворителями
(эфир, хлороформ).**

Функции липидов:

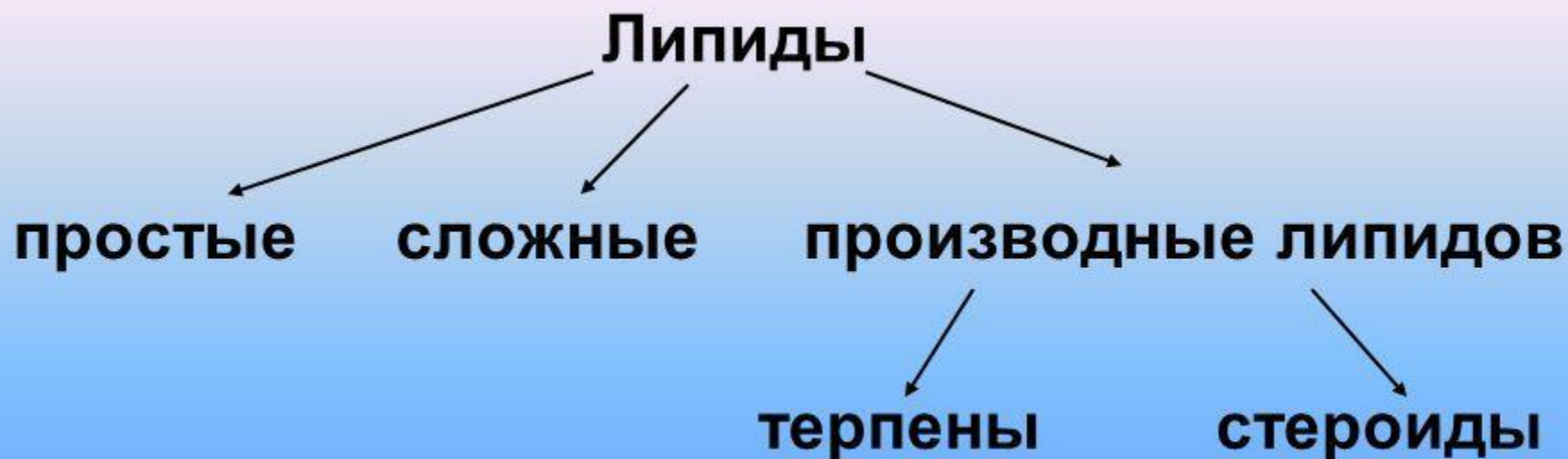
- Энергетическая
- Структурная (компонент биомембран)
- Транспортная (липопротеины)
- Теплоизолирующая (низкая теплопроводность)
- Защитная
- Гормональная
- Витаминная

Липиды

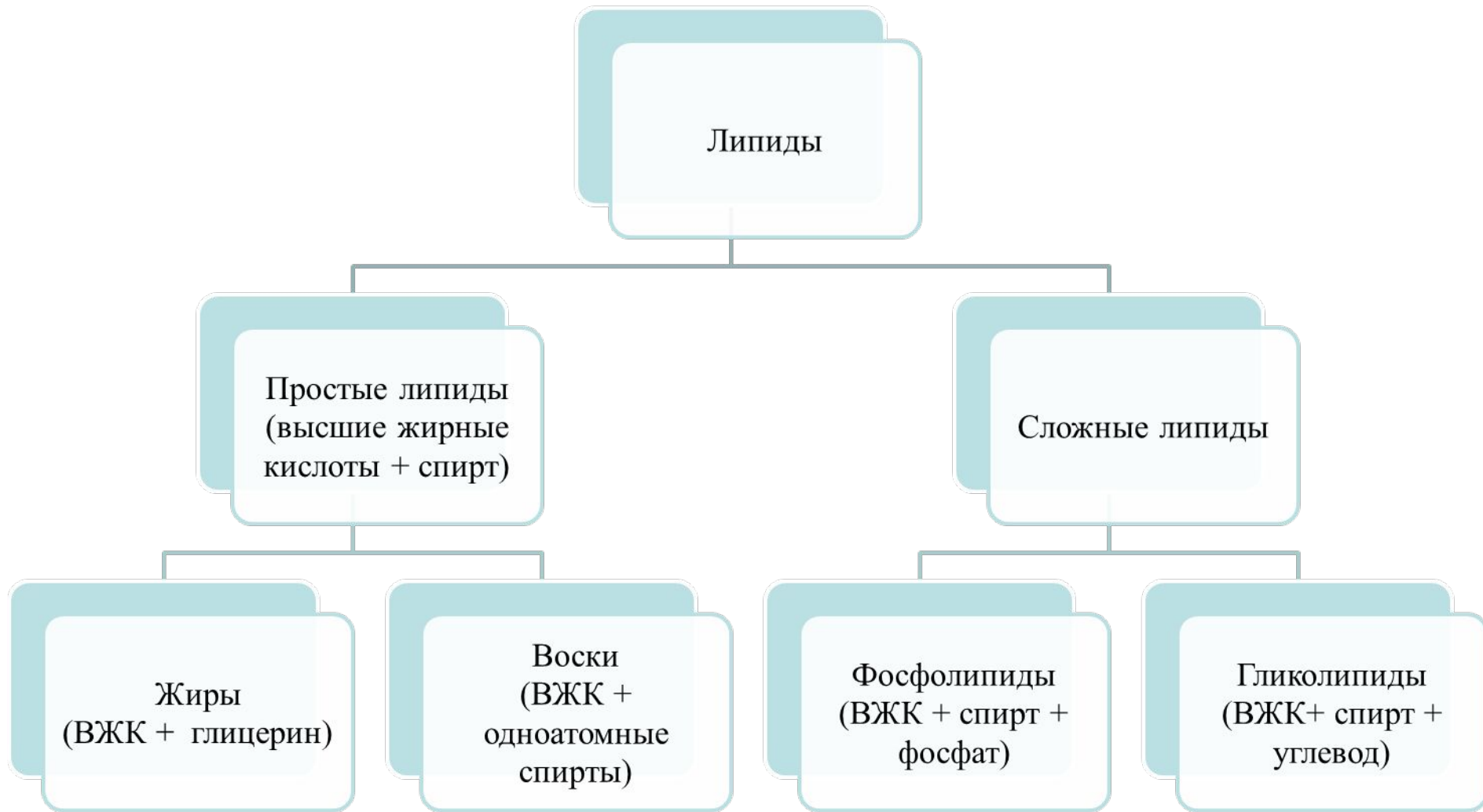
Подвергаются гидролизу
омыляемые

Не гидролизуются
неомыляемые

По своей структуре липиды классифицируют на:



Классификация липидов



По химическому строению

1. Простые:

- 1) триацилглицерины (нейтральный жир) - ТГ , ТАГ
- 2) воски

2. Сложные:

- 1) фосфолипиды – ФЛ
 - а) глицерофосфолипиды
 - б) сфингофосфолипиды
- 2) гликолипиды – ГЛ
- 3) стероиды

По отношению к воде

1. **Гидрофобные** (образуют пленку на поверхности воды) - ТГ

2. **Амфифильные** образуют:

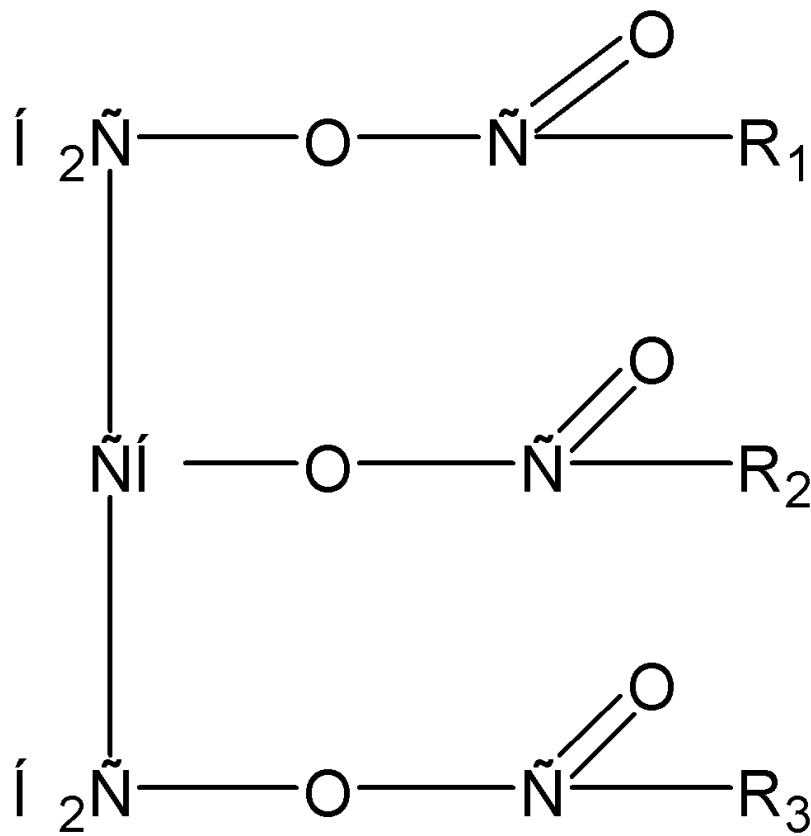
- а) билипидный слой (1 головка, 2 хвоста)
- б) мицеллу (1 головка, 1 хвост)

По биологической роли

1. **резервные** (ТГ)

2. **структурные** – образуют биологические мембраны

Общая формула жиров



Жиры

```
graph TD; A[Жиры] --- B[глицерин]; A --- C[ВЫСШИЕ КИСЛОТЫ]
```

глицерин

**ВЫСШИЕ
КИСЛОТЫ**

ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ –

алифатические карбоновые кислоты, выполняющие роль мономеров (строительных блоков) для большинства классов липидов.

**Высшие жирные
кислоты**

**Насыщенные
жирные кислоты**

**Ненасыщенные
жирные кислоты**

Мононенасыщенные

Полиненасыщенные

Классификация жирных кислот

Насыщенные (предельные)

общая формула $C_n H_{2n+1} COOH$

масляная (4:0) C_3H_7COOH

пальмитиновая (16:0) $C_{15}H_{31}COOH$

стеариновая (18:0) $C_{17}H_{35}COOH$

Ненасыщенные (непредельные)

общая формула $C_n H_{(2n+1)-2m} COOH$

Мононенасыщенные:

пальмитолеиновая (16:1) $C_{15}H_{29} COOH$

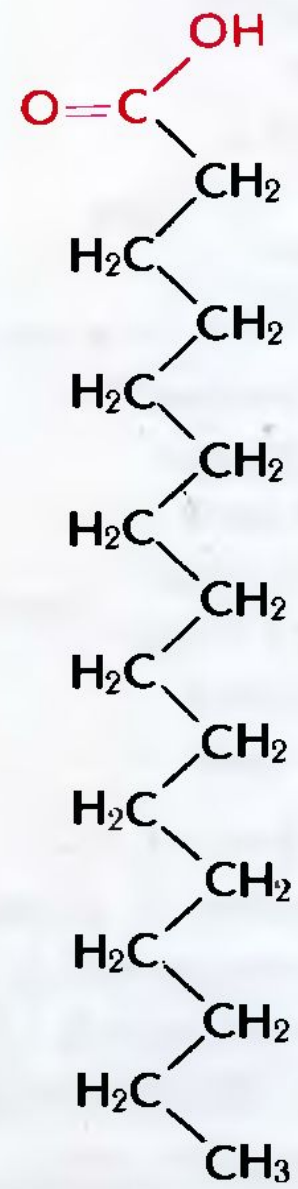
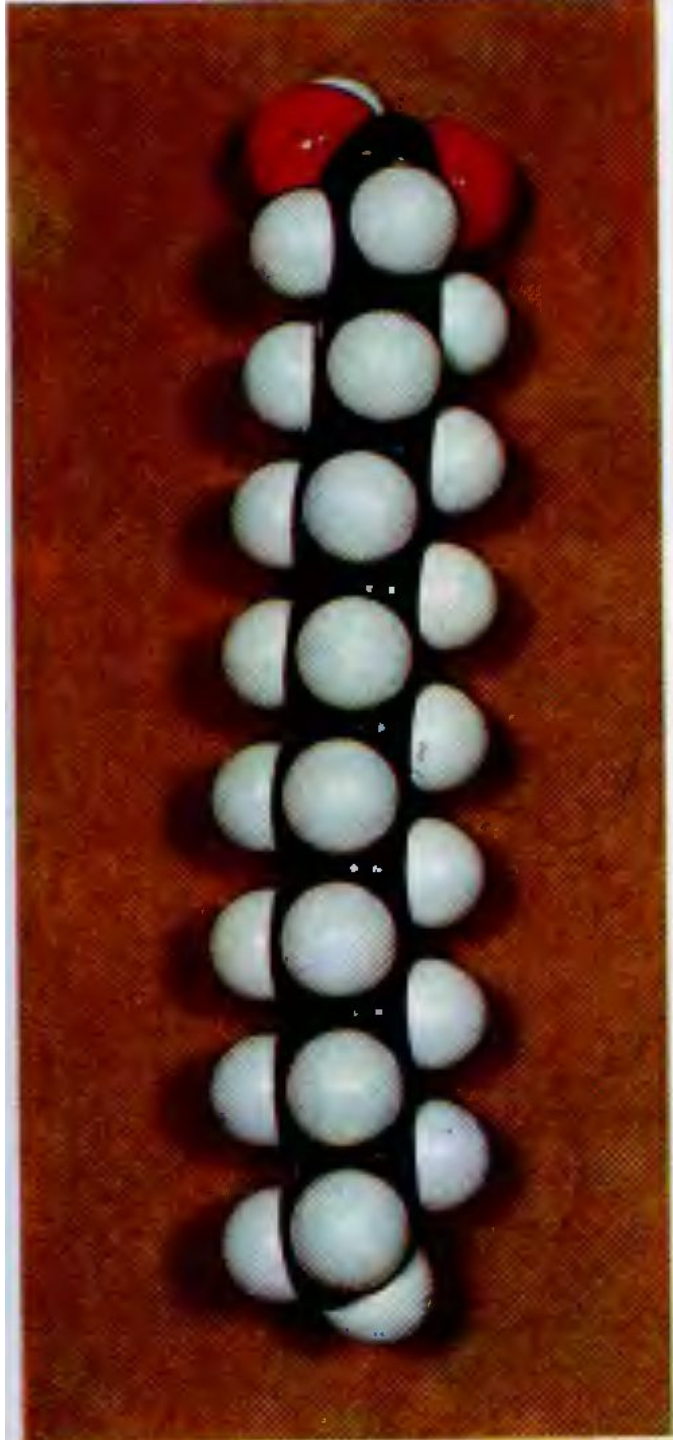
олеиновая (18:1) $C_{17}H_{33} COOH$

Полиненасыщенные (витамин F):

линолевая (18:2) $C_{17}H_{31} COOH$ (ω -6)

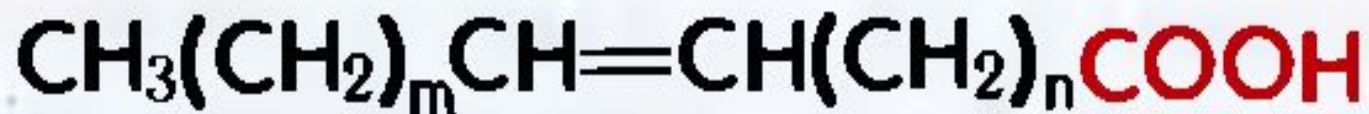
линоленовая (18:3) $C_{17}H_{29} COOH$ (ω -3)

арахидоновая (20:4) $C_{19}H_{31} COOH$ (ω -6)

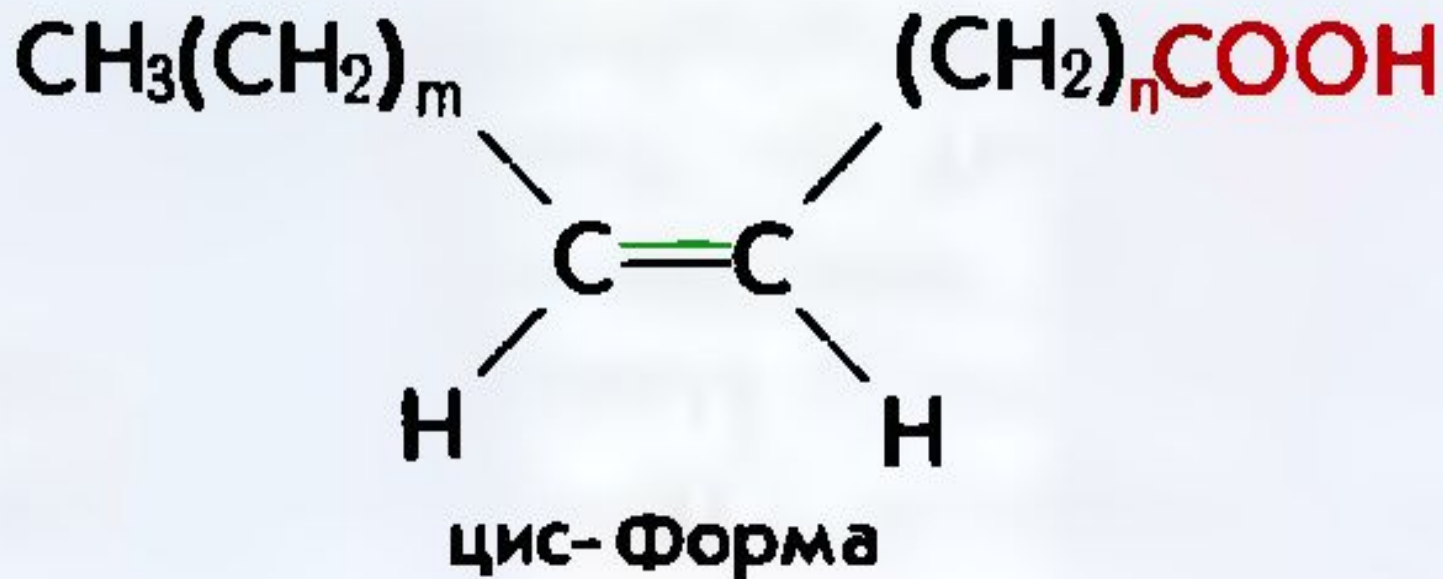


Пальмитиновая
кислота

Моноеновые кислоты

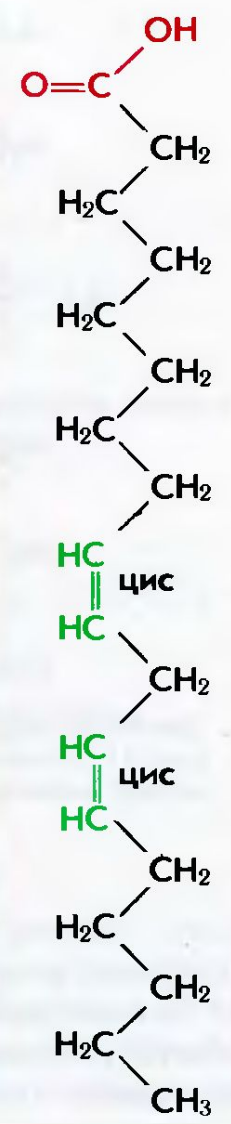


Общая формула

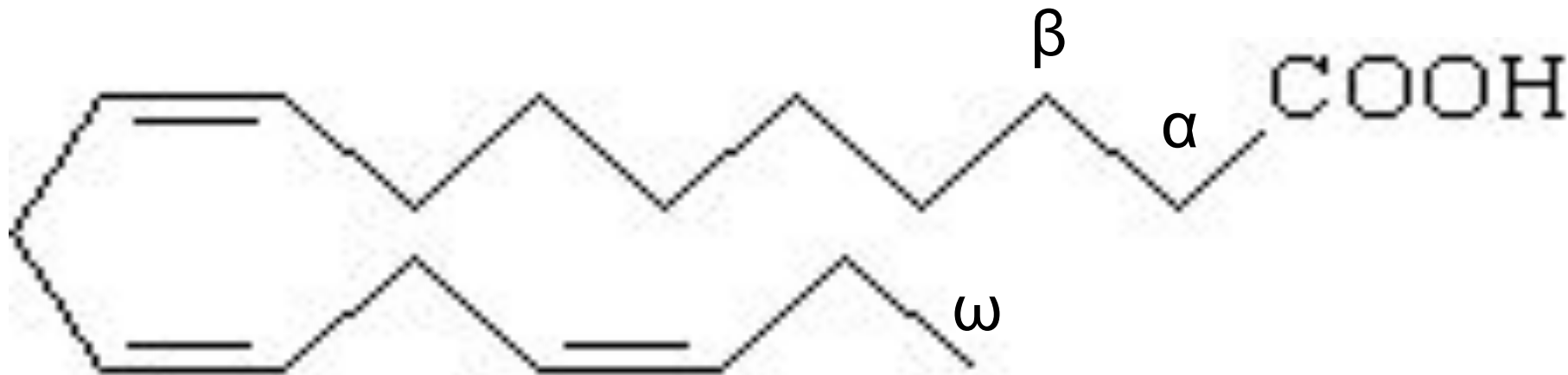


Полиеновые кислоты

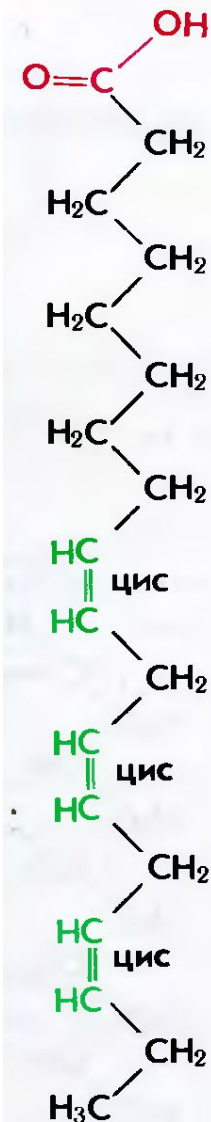




**Линолевая
(цис, цис-октадекадиен-9, 12-овая)
кислота**



α -ЛИНОЛЕНОВАЯ КИСЛОТА



**Линоленовая
(цис, цис, цис-октадекатриен-9, 12, 15-овая)
кислота**

Жиры - это эфиры
высших жирных
кислот и глицерина.

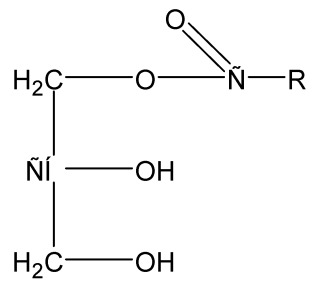
Жиры

```
graph TD; A[Жиры] --- B[Триацилглицерины (триглицериды)]; A --- C[Диацилглицерины (диглицериды)]; A --- D[Моноацилглицерины (моноглицериды)];
```

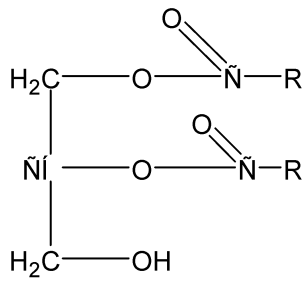
Триацилглицерины
(триглицериды)

Диацилглицерины
(диглицериды)

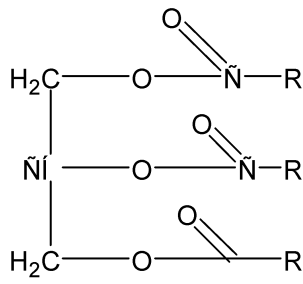
Моноацилглицерины
(моноглицериды)



Моноацилглицерины



Диацилглицерины



Триацилглицерины

Триациглицерин



Жиры

```
graph TD; A[Жиры] --> B[Животные жиры (глицерин + предельные кислоты)]; A --> C[Растительные жиры (масла) (глицерин + непредельные кислоты)];
```

Животные жиры
(глицерин +
предельные кислоты)

Растительные жиры
(масла)
(глицерин +
непредельные
кислоты)

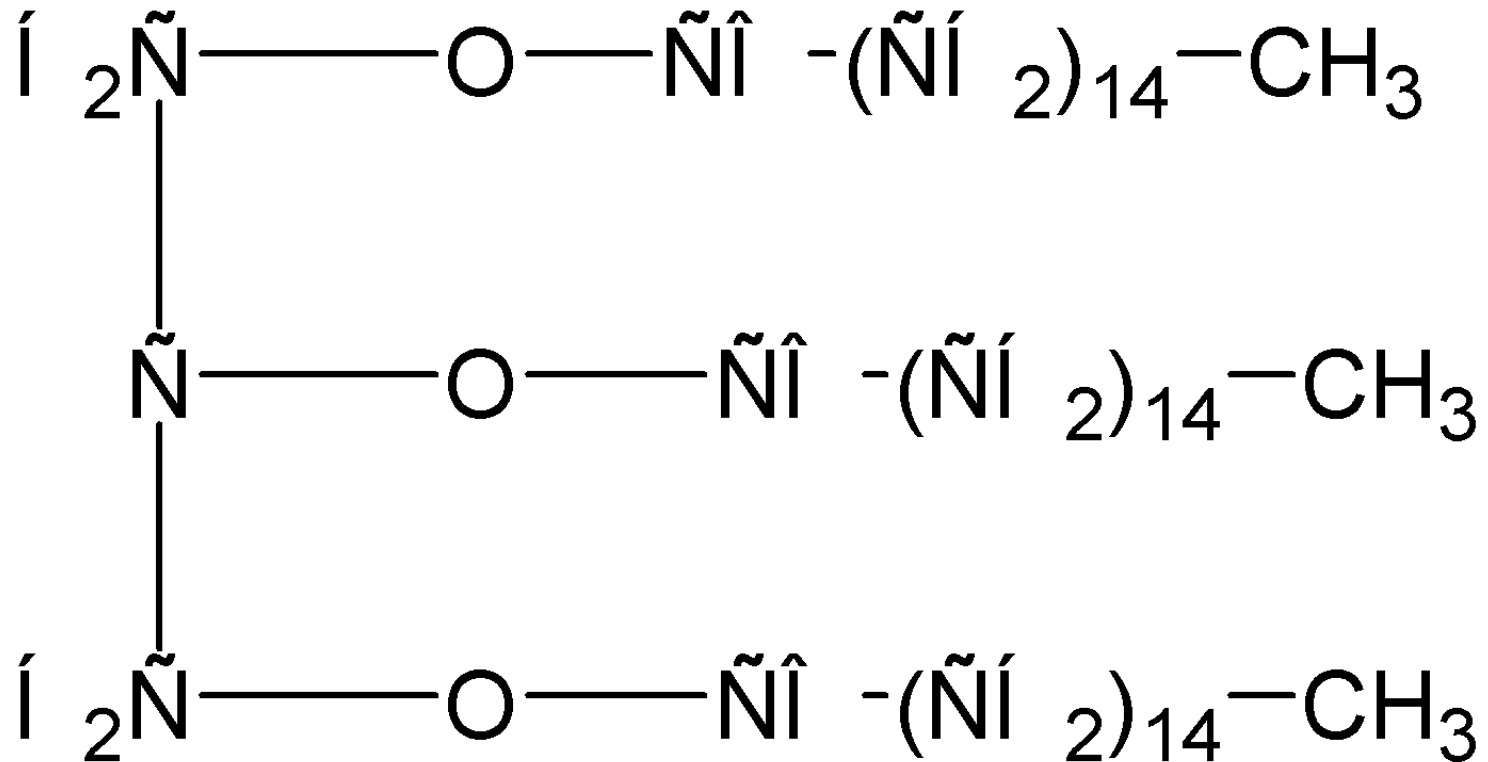
Жиры

```
graph TD; A[Жиры] --> B[Простые (остатки одинаковых кислот)]; A --> C[Смешанные (остатки различных кислот)];
```

Простые
(остатки
одинаковых
кислот)

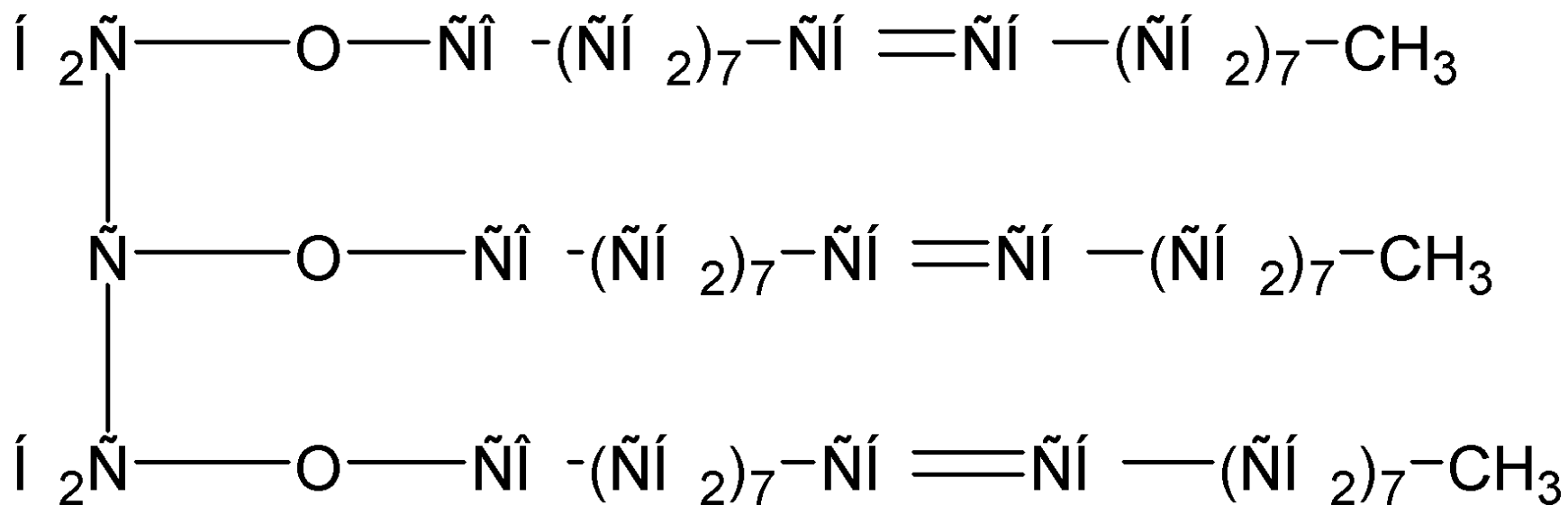
Смешанные
(остатки
различных
кислот)

Простые жиры



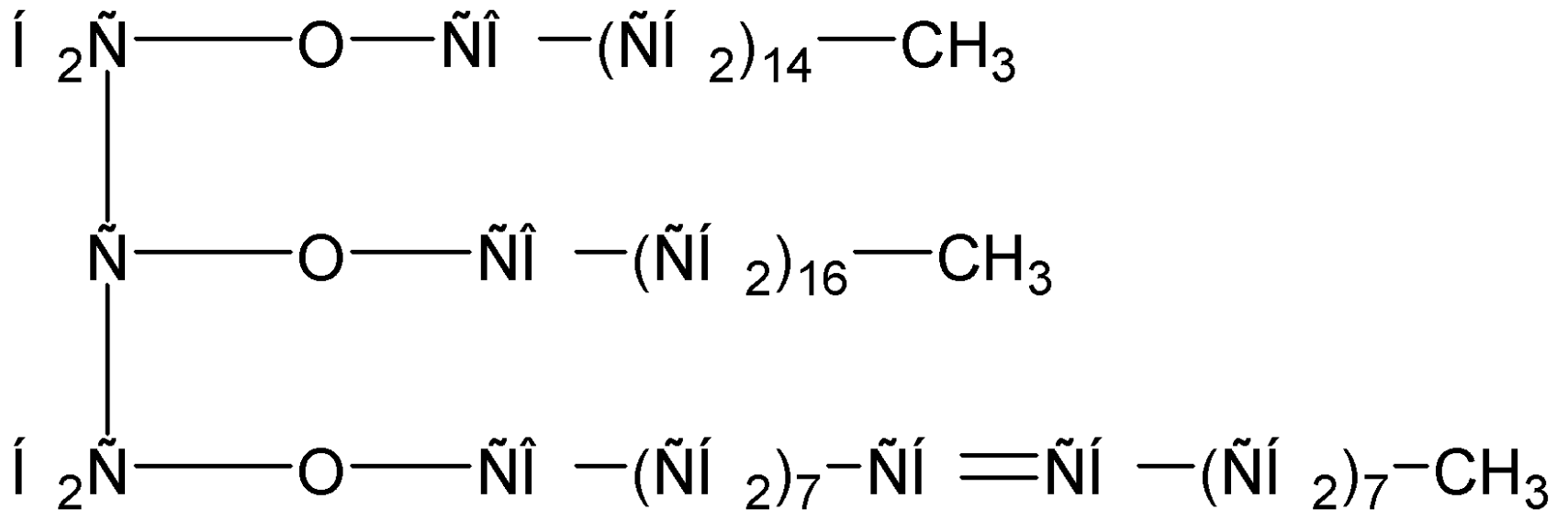
трипальмитин

Простые жиры



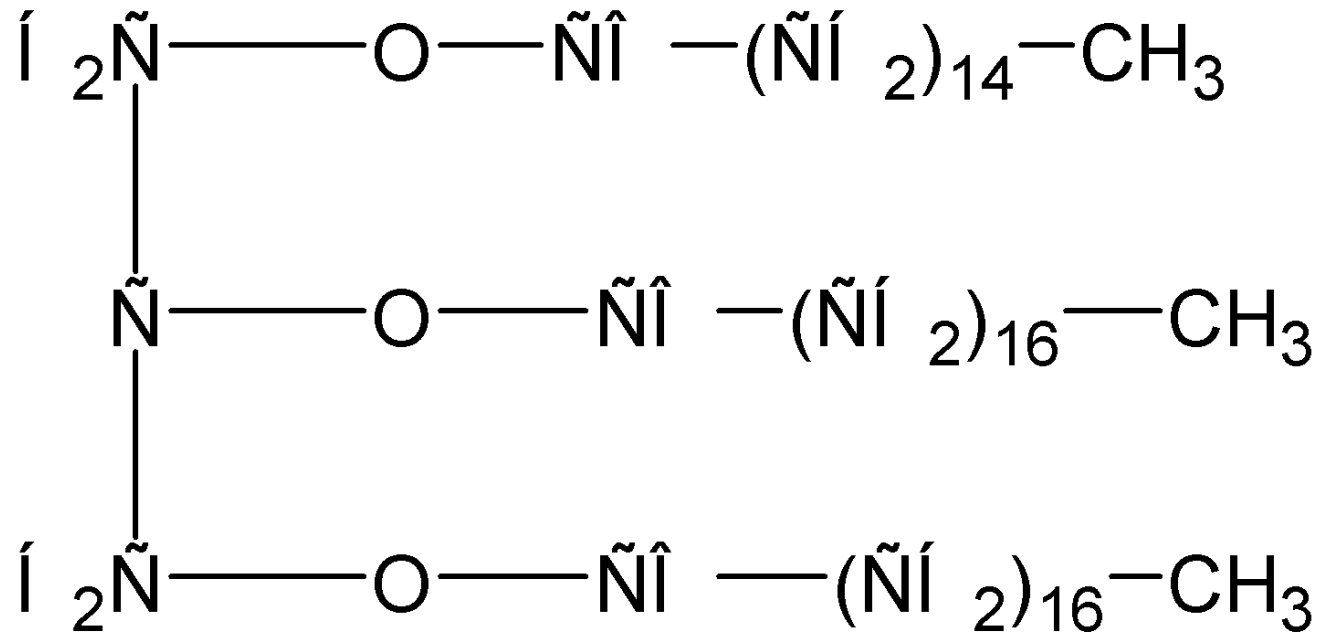
триолеин

Смешанные жиры



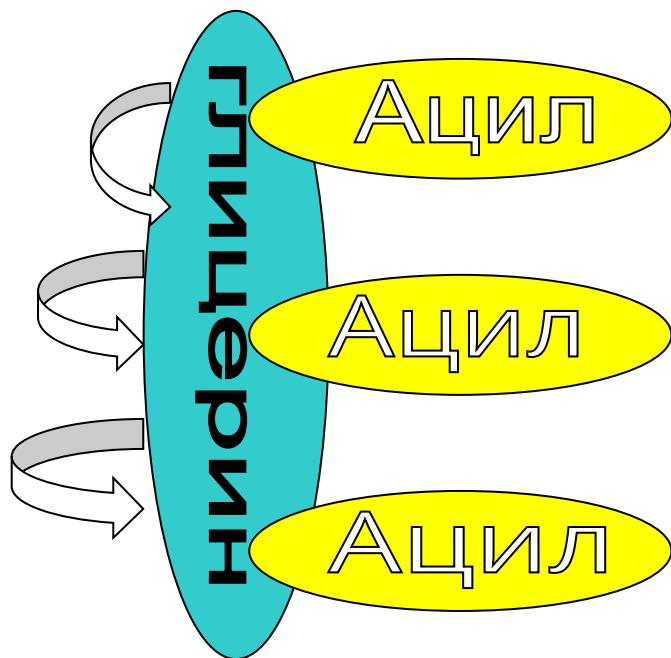
пальмитостеаролеин

Смешанные жиры

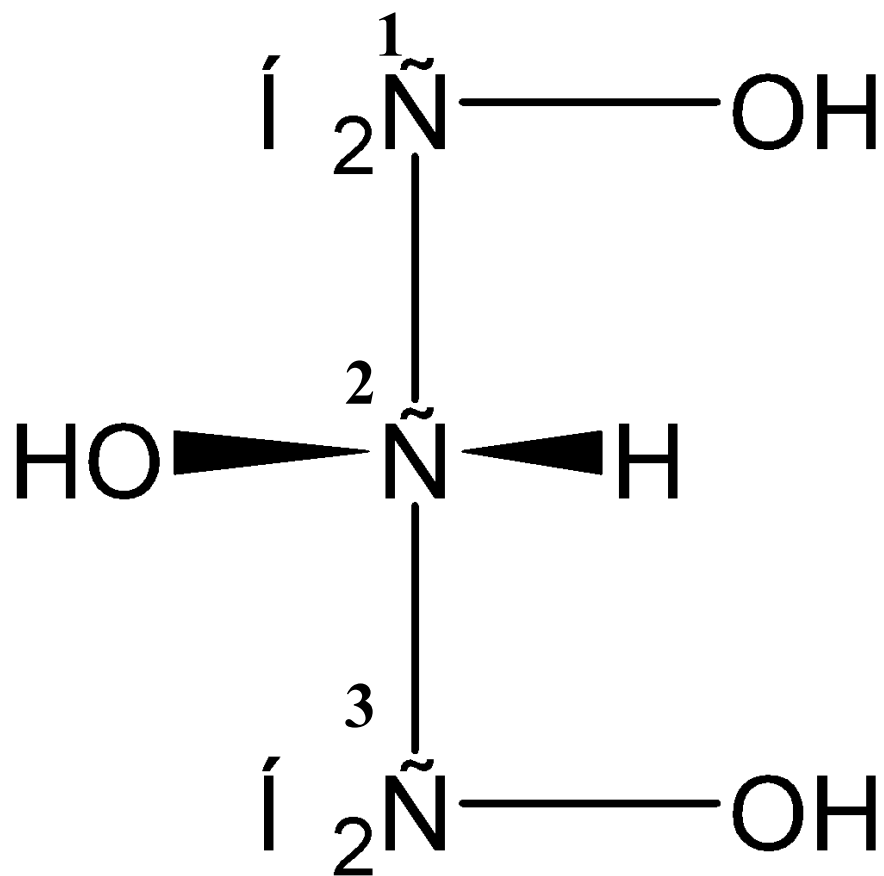


пальмитодистеарин

Вращение вокруг связи С-С



Глицерин



Изомерия триглицеридов

```
graph TD; A[Изомерия триглицеридов] --> B[Структурная]; A --> C[Пространственная]; B --> D[Перестановка ацильных группировок в смешанных триглицеридах]; C --> E[Оптическая]; C --> F[Геометрическая цис – конфигурация высших кислот];
```

Структурная

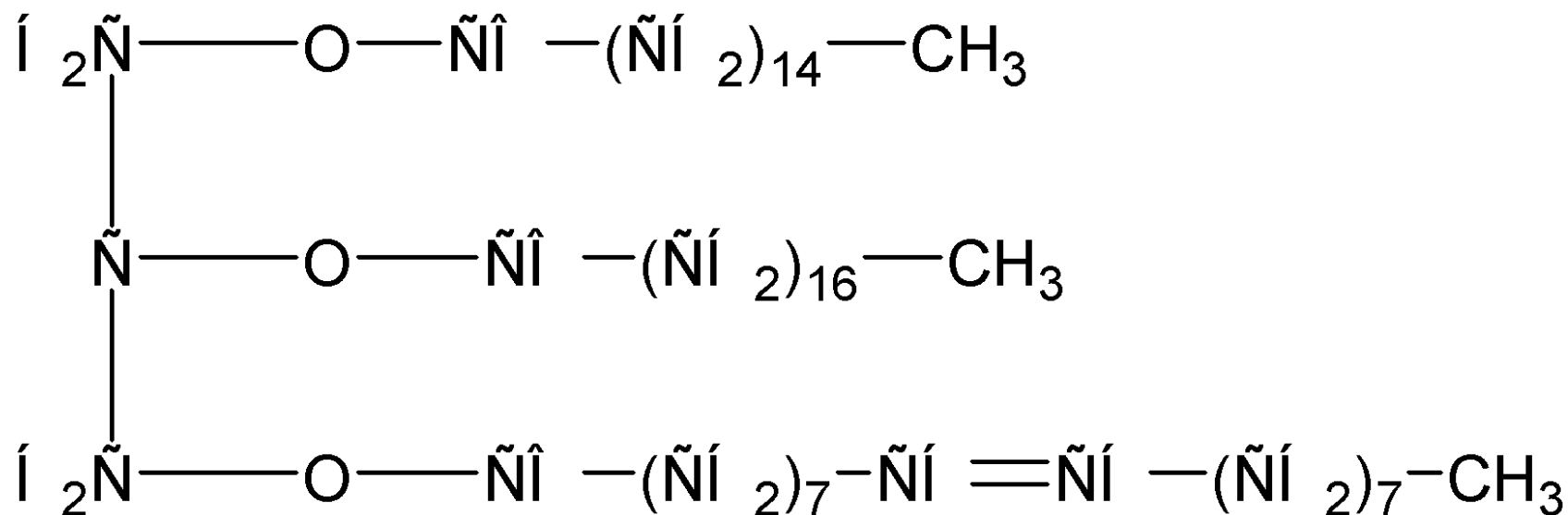
Перестановка ацильных группировок в смешанных триглицеридах

Пространственная

Оптическая

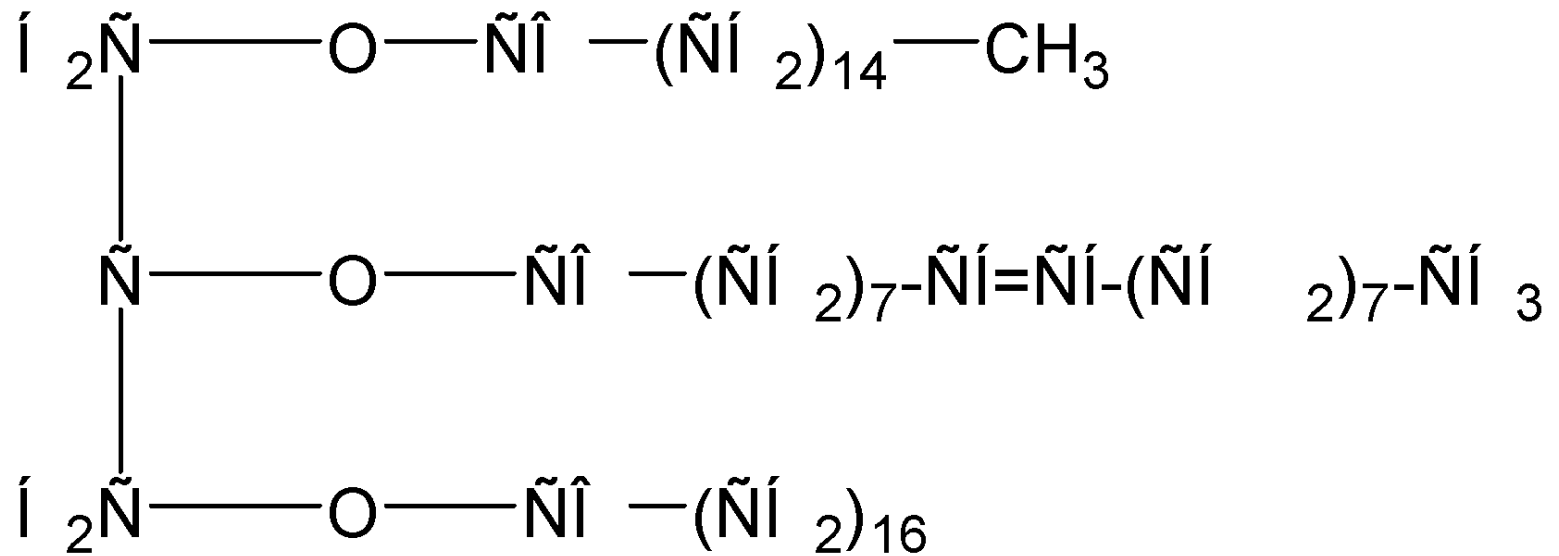
Геометрическая цис – конфигурация высших кислот

Структурная изомерия



пальмитостеаролеин

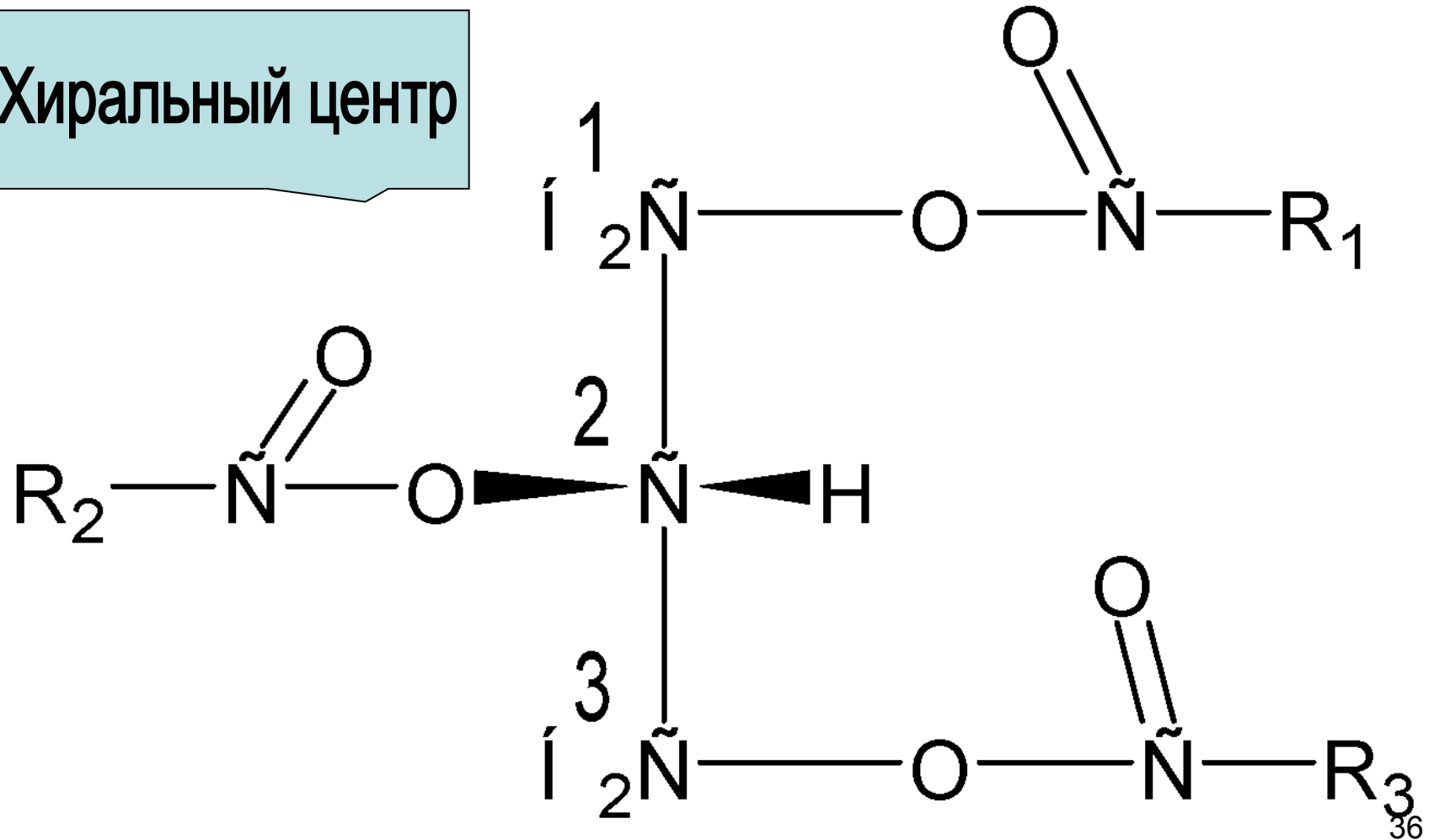




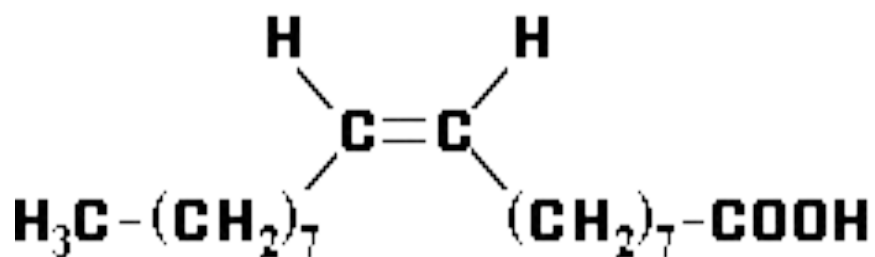
пальмитоленостеарин

Оптическая изомерия

Хиральный центр

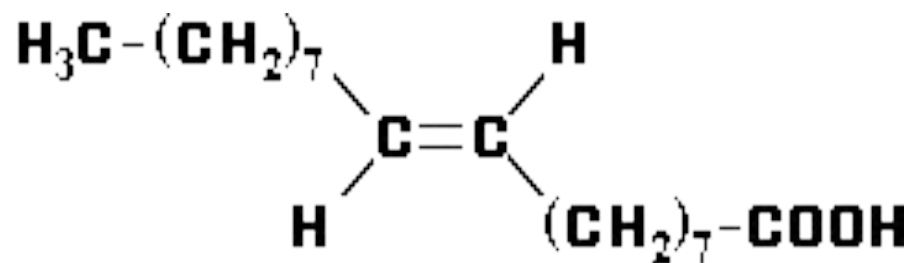


Цис-транс изомерия



цис-изомер

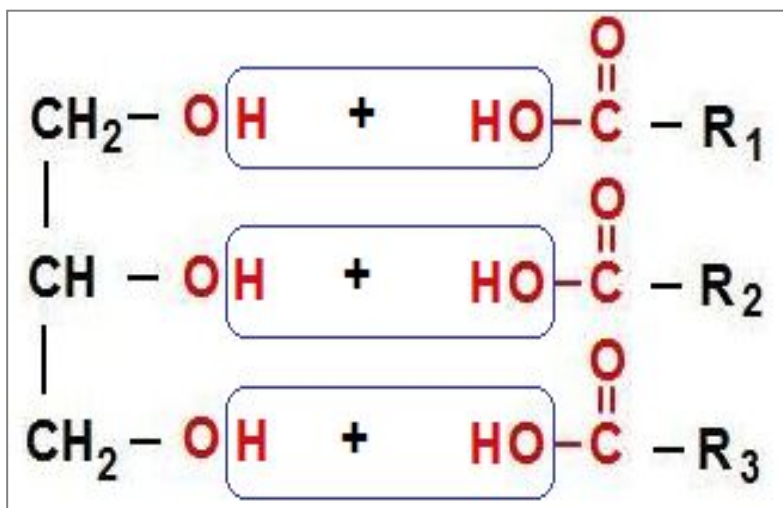
олеиновая кислота



транс-изомер

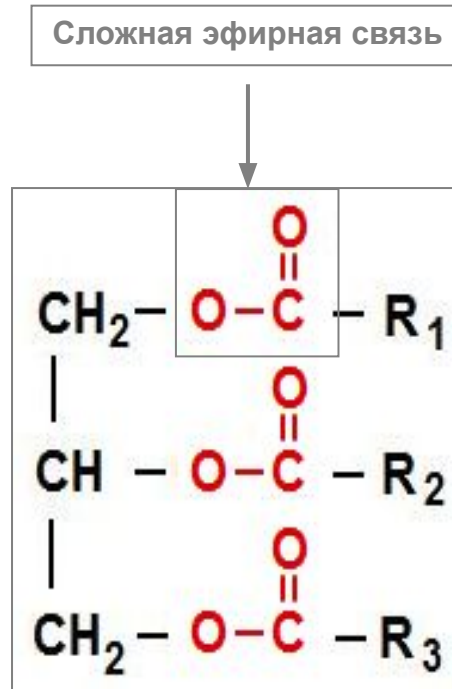
элаидиновая кислота

Получение жиров



этерификация

- 3 H₂O



Глицерин

ВЖК
(3 молекулы)

Общая формула
нейтрального
жира

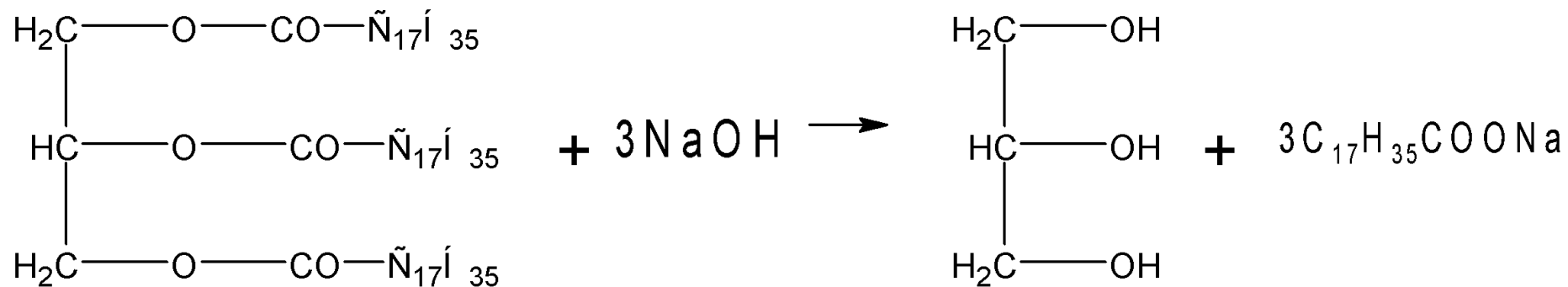
Химические превращения

1. По эфирной связи

2. По двойной связи

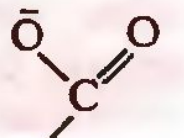
1. Реакции идущие по эфирной связи:

Гидролиз (омыление)

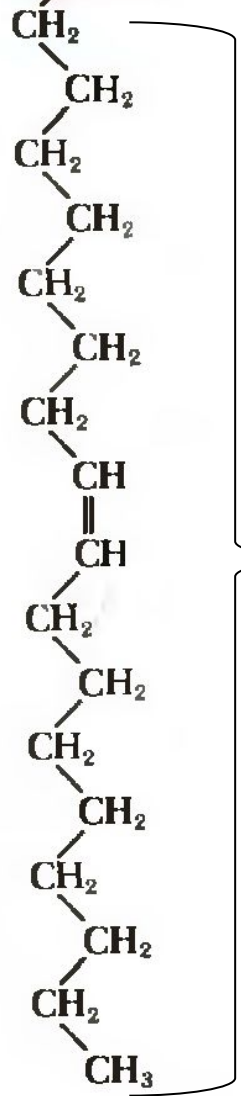


Na⁺

Противоион (катион)



Полярная голова



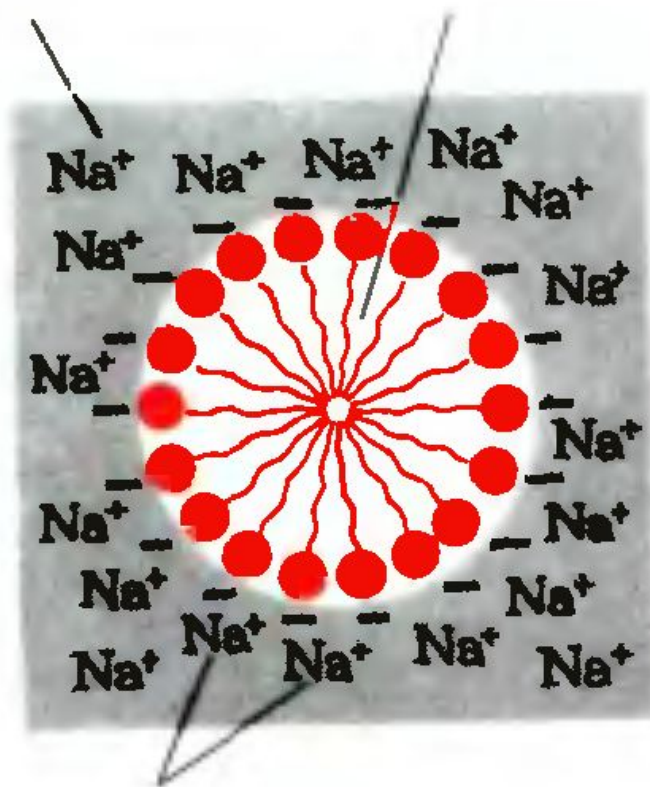
Неполярный хвост

Олеат натрия

Образование мицеллы мыла в воде

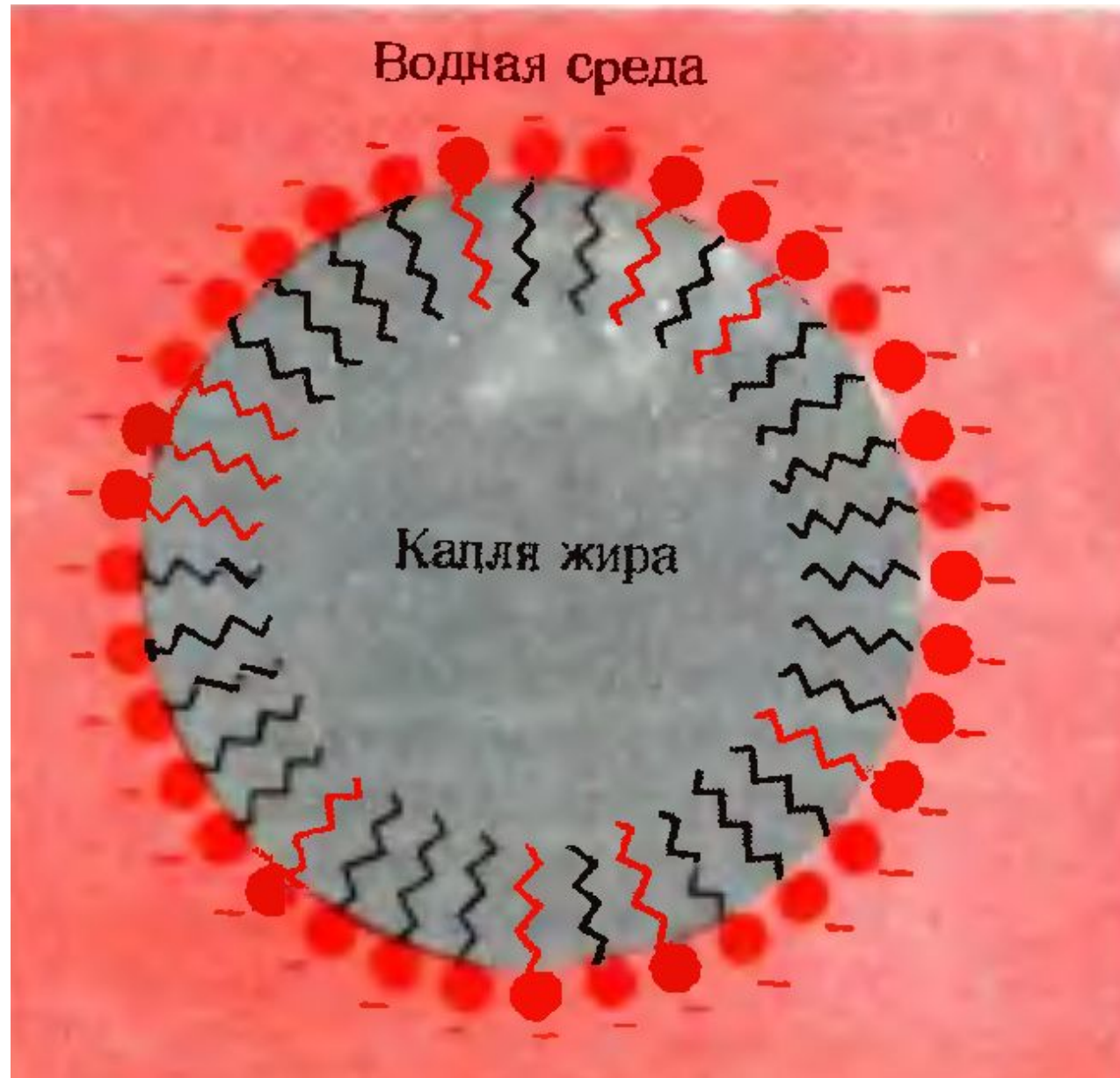
Внутренняя гидрофобная,
или неполярная, фаза

Водная фаза



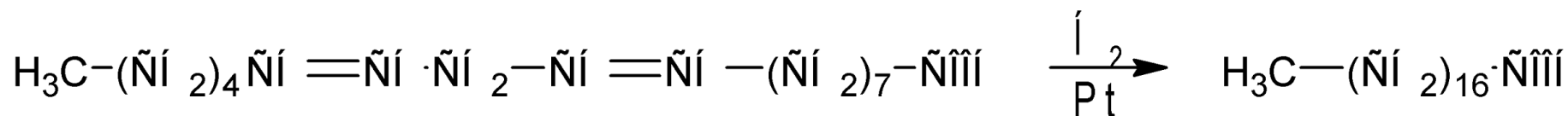
Гидратированные ионы Na^+

Эмульгирующее действие мыла на жир.



2. Реакции идущие по двойной связи:

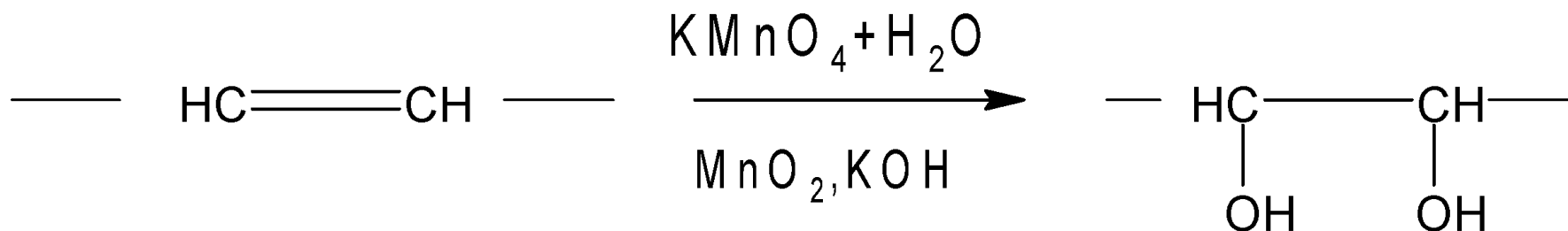
а) Восстановление Гидрогенизация жиров (гидрирование)



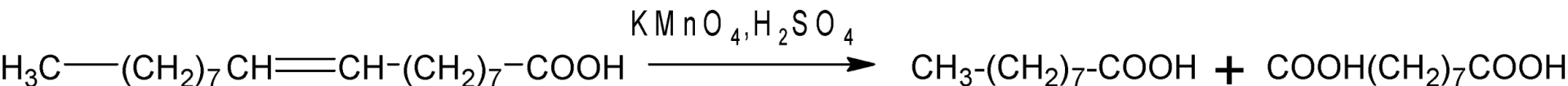
ленолевая
кислота

стеариновая кислота

б) Окисление в мягких условиях



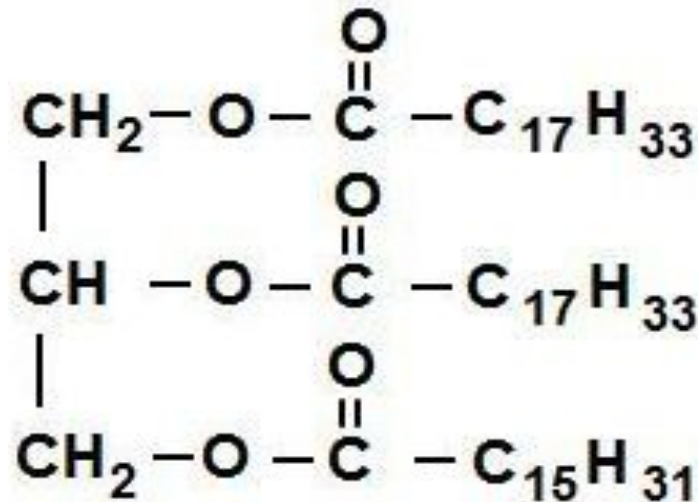
в)) Окисление в жёстких условиях



Человеческий жир

Содержит 2 мононенасыщенные и 1 насыщенную ВЖК

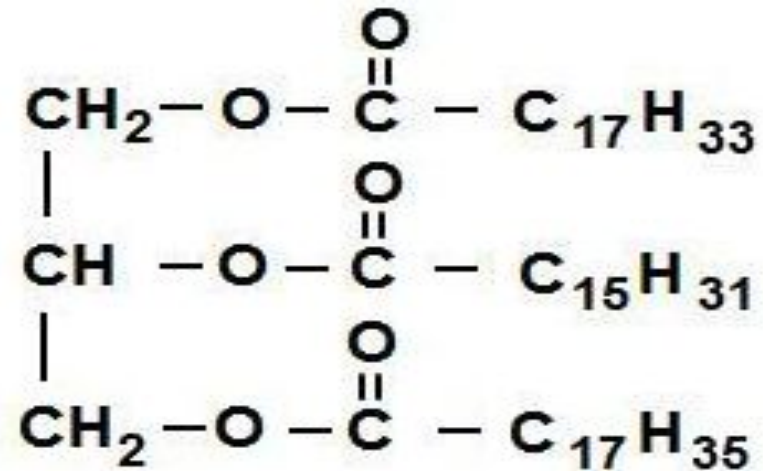
Пример: 1,2-диолеопальмитин



Животный жир

Содержит 1 ненасыщенную и 2 насыщенных ВЖК

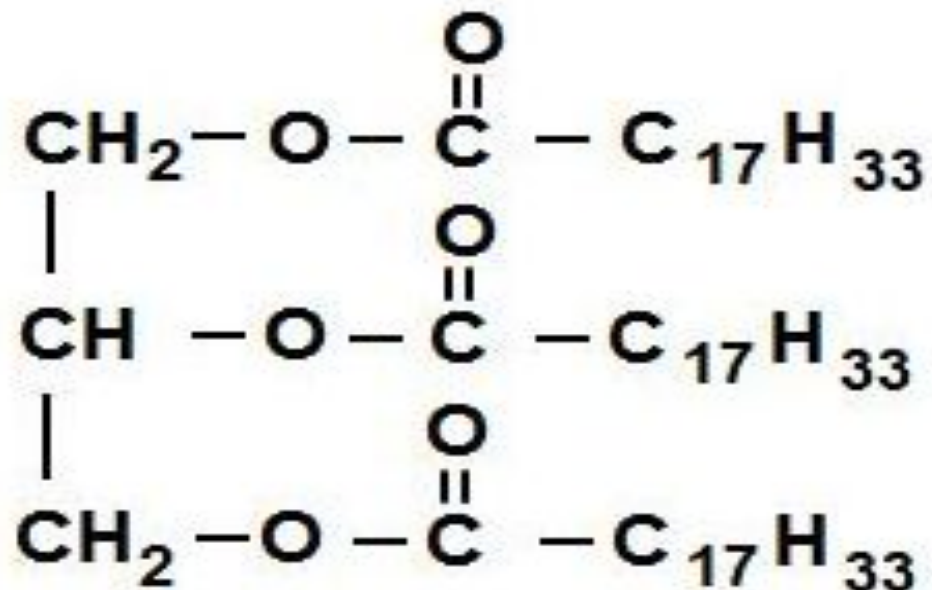
Пример: **1-олео-2-пальмитостеарин**



Растительный жир

- Содержит 3 моно- или полиненасыщенных ВЖК.
- Чем выше степень ненасыщенности, тем ниже температура плавления.
- Растительные жиры называют маслами.

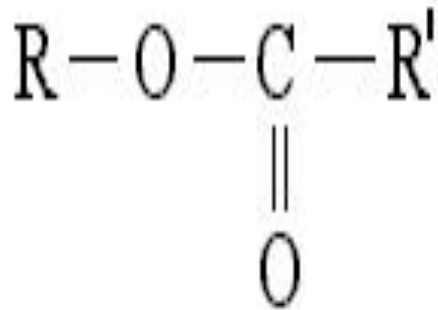
Пример: **Триолеин** (т.пл. – 5,5° С)



ВОСКИ

сложные эфиры высших одно- или двухатомных спиртов и ВЖК

Роль восков: образуют защитную смазку на коже человека и животных, листьях и плодах растений.



Характеристика сложных ЛИПИДОВ:

1. Фосфолипиды

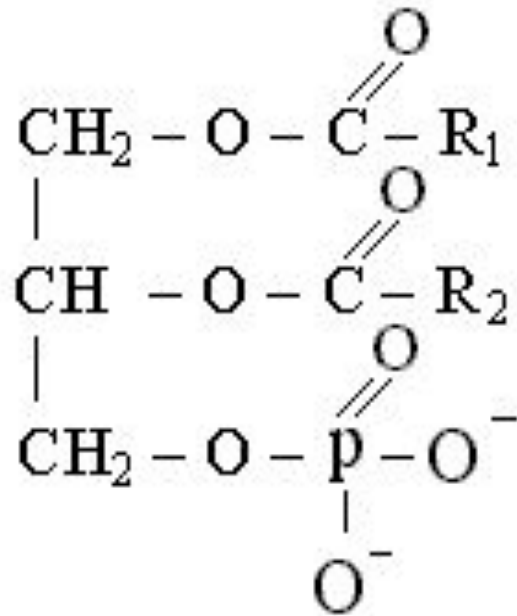
2. Гликолипиды

3. Стерины

ФОСФОЛИПИДЫ

- **ГЛИЦЕРОФОСФОЛИПИДЫ**
- **СФИНГОФОСФОЛИПИДЫ**

ГЛИЦЕРОФОСФОЛИПИДЫ - производные фосфатидной кислоты.



Фосфатидная кислота

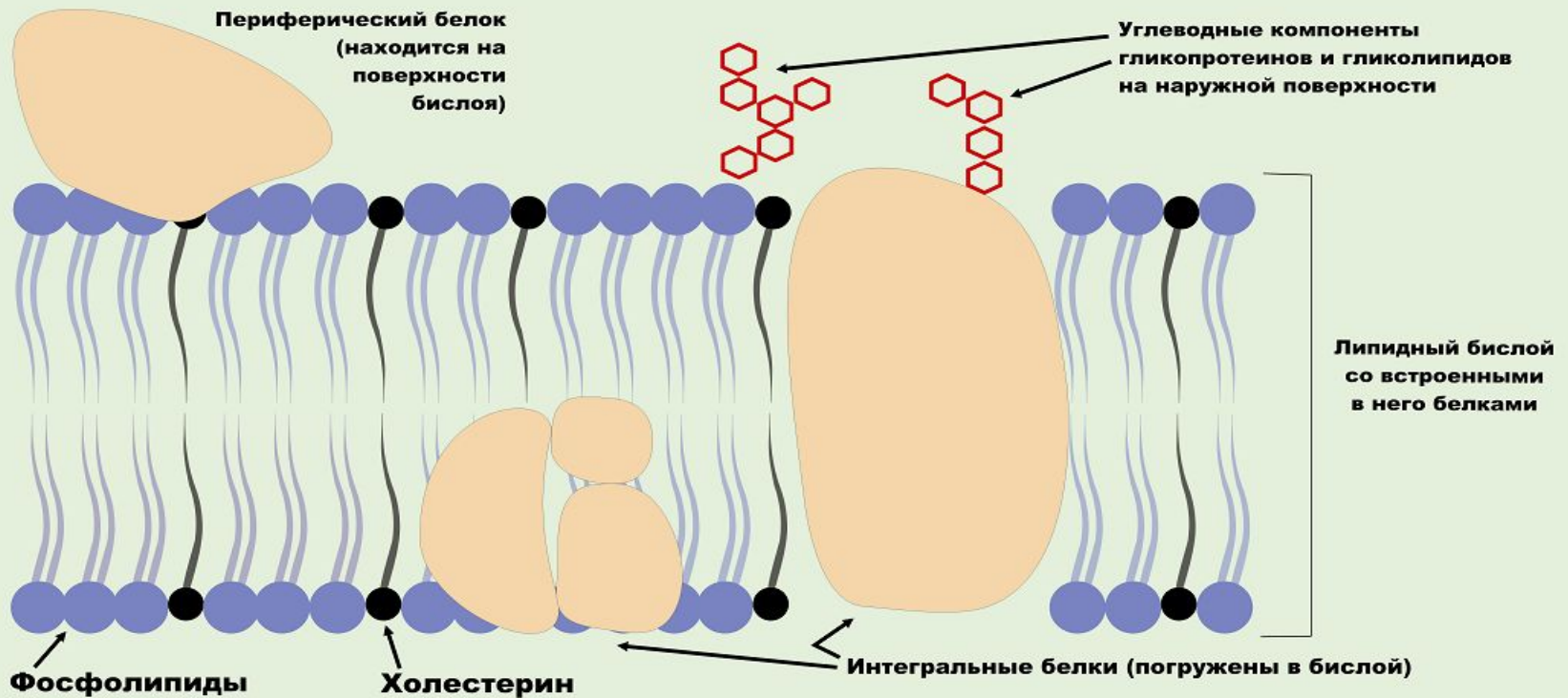
В состав глицерофосфолипидов входят:

- глицерин
- ВЖК
- фосфорная кислота
- азотсодержащие соединения

Биологическая роль глицерофосфолипидов:

- Образуют биологические мембраны

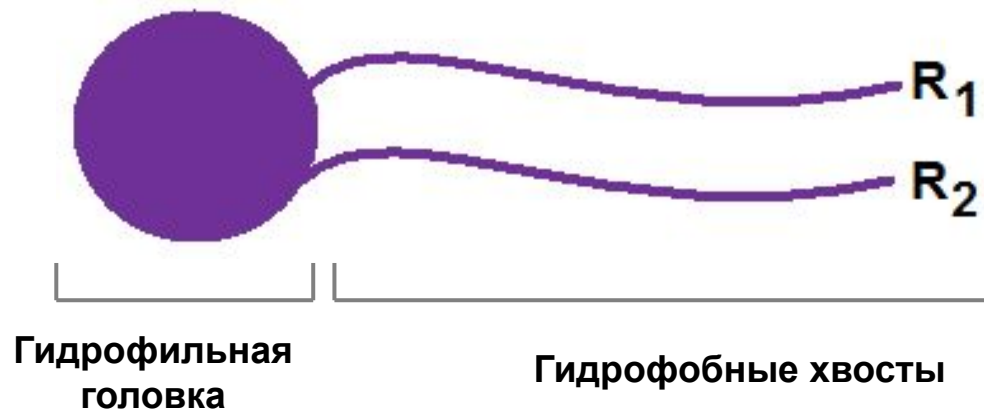
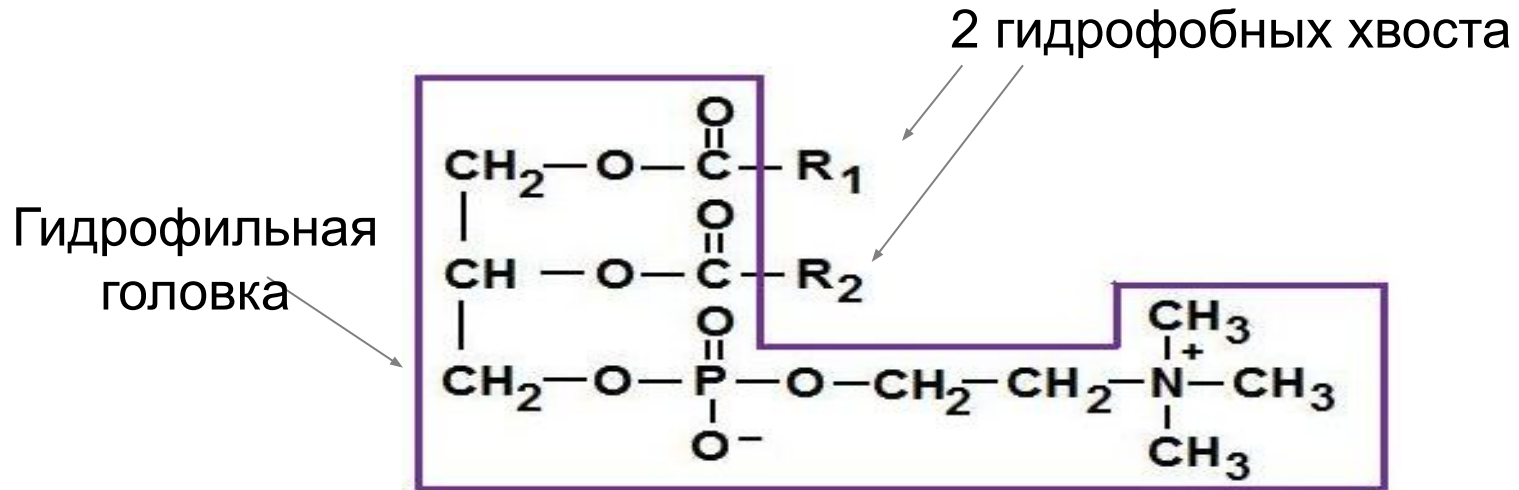
Схема строения биологической мембраны



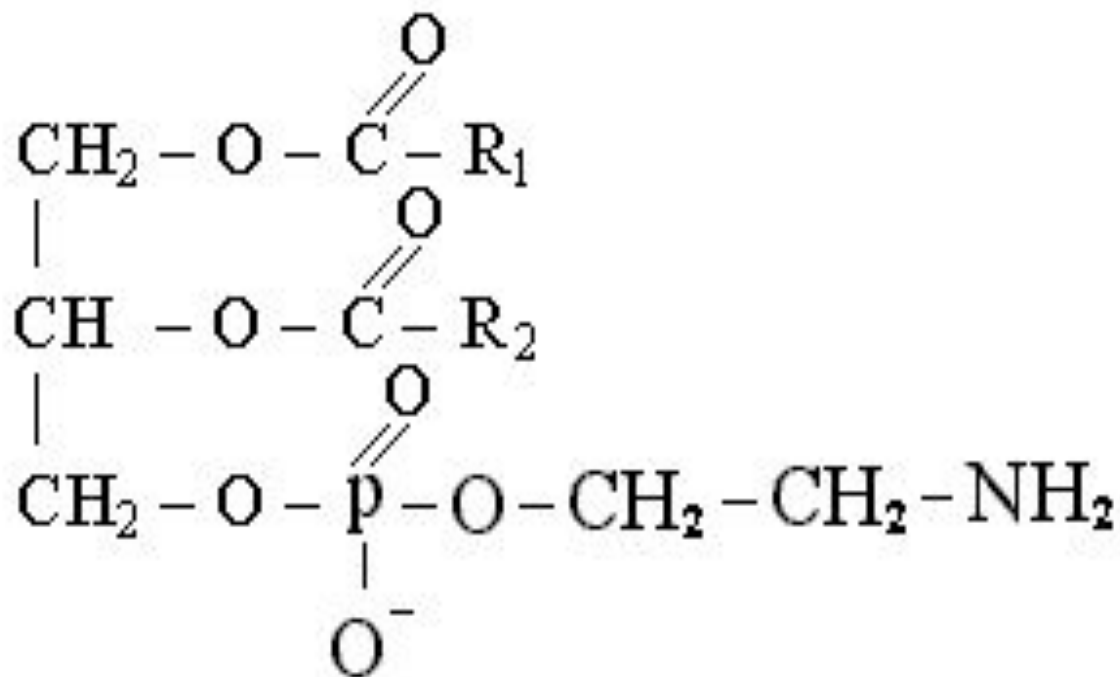
Общая структура липопротеинов плазмы



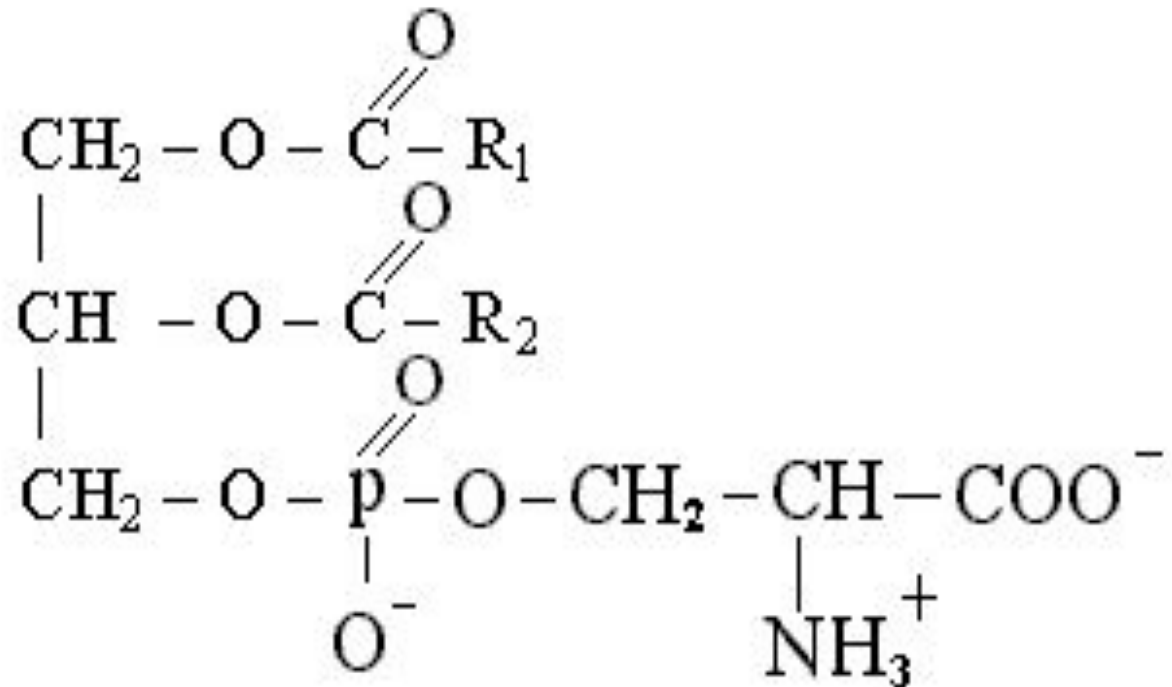
1) ФОСФАТИДИЛХОЛИН (ЛЕЦИТИН)



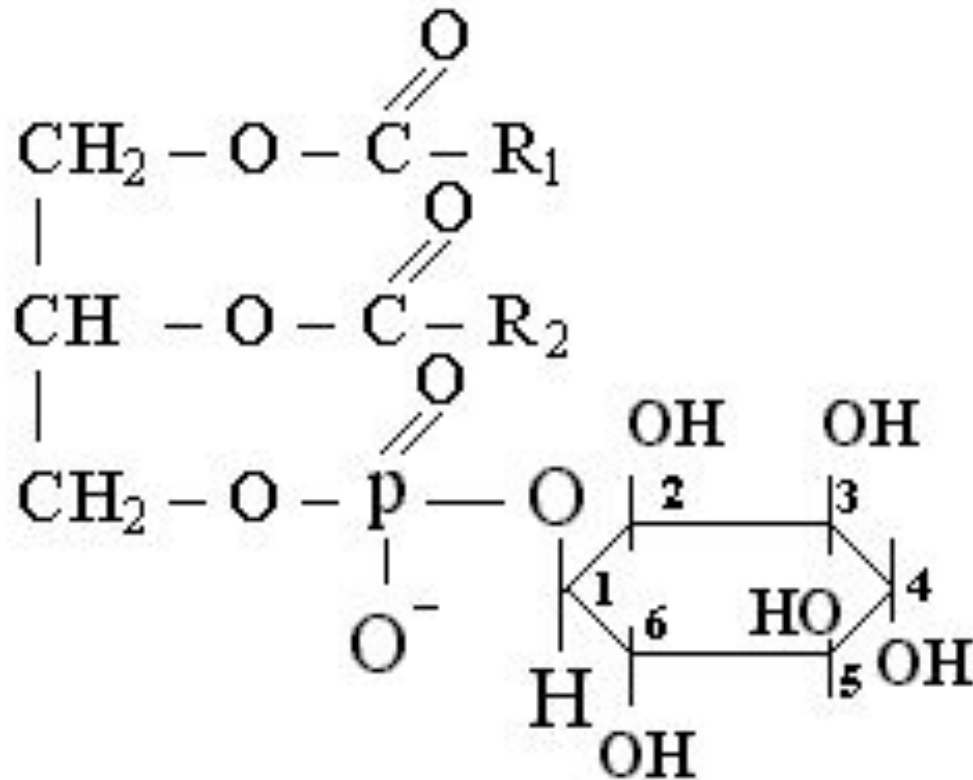
2) Фосфатидилэтаноламин (кефалин)



3) фосфатидилсерин



4) Фосфатидилинозитол



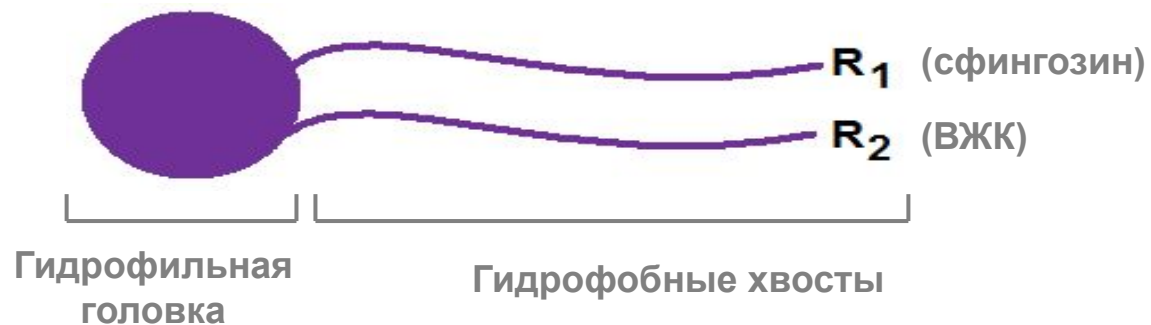
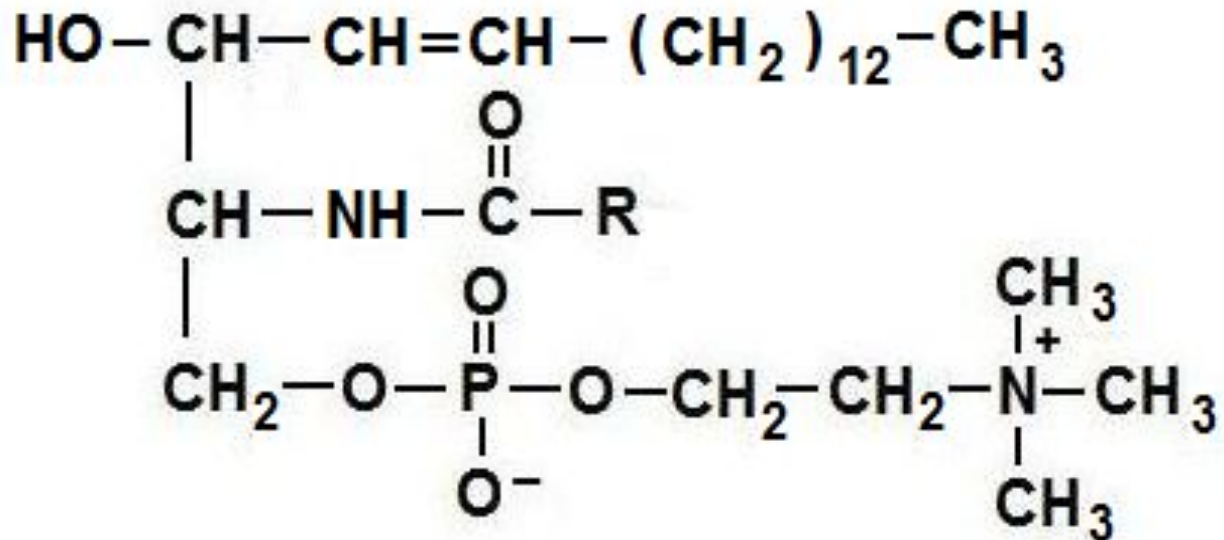
сфингофосфолипиды

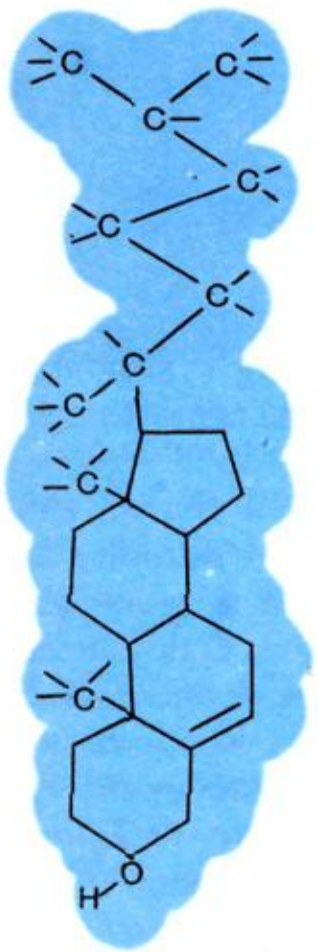
Состоят из:

- спирта сфингозина (многоатомный ненасыщенный аминоспирт)**
- ВЖК**
- фосфорной кислоты**
- холина**

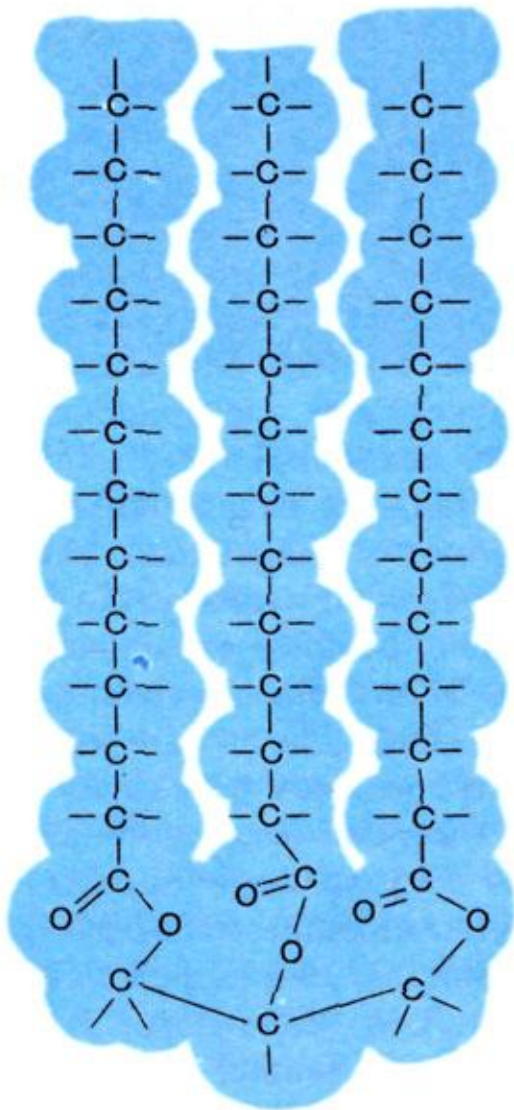
Представитель – сфингомиелин (в составе миелиновой оболочки)

Сфингомиелины

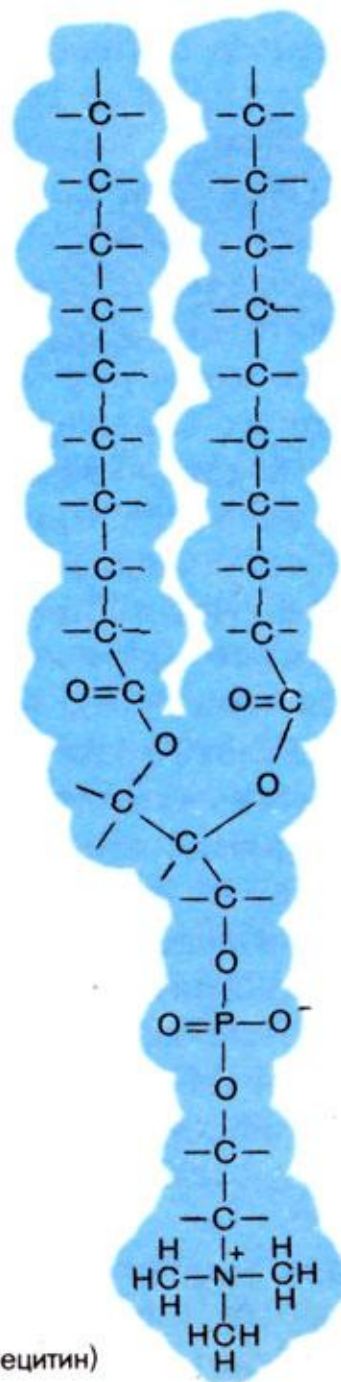




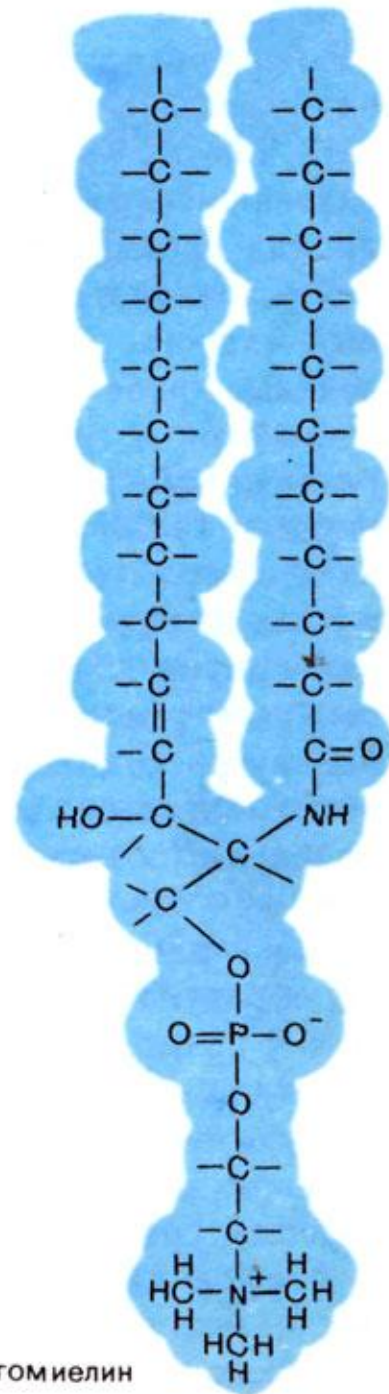
Холестерин



Триглицерин

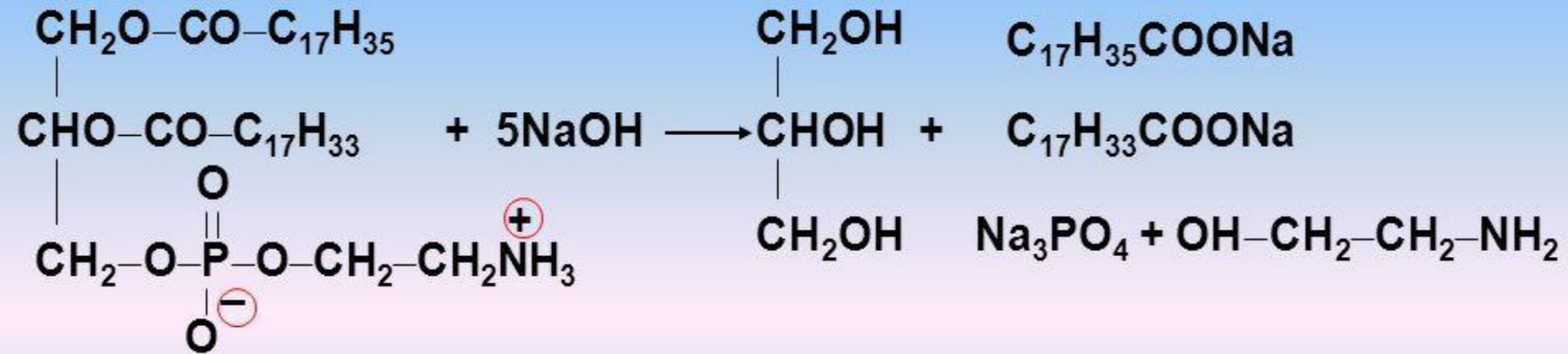


Фосфатидилхолин (лецитин)



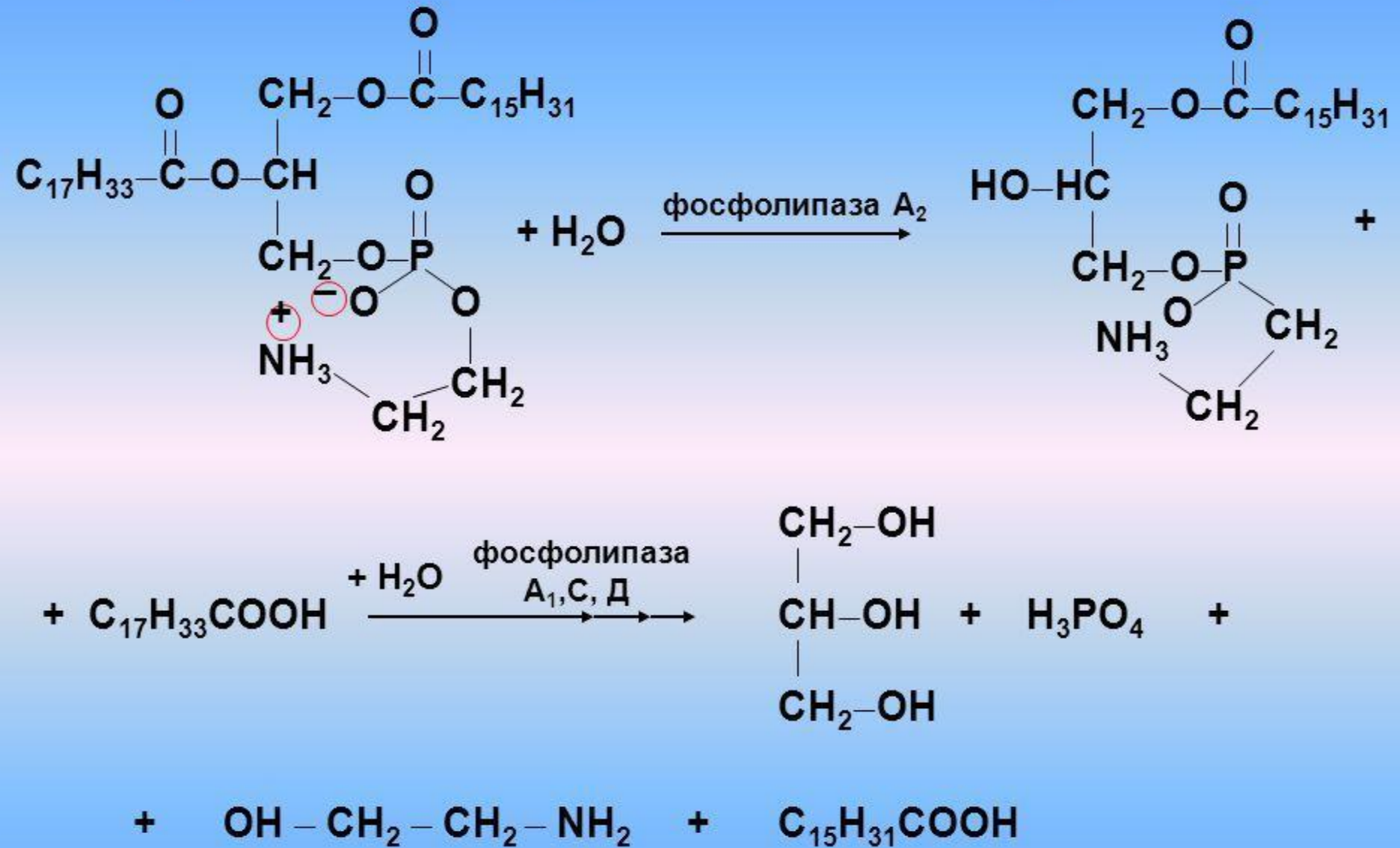
Сфингомиелин

Гидролиз сложных липидов in vitro.



фосфатидилэтаноламин

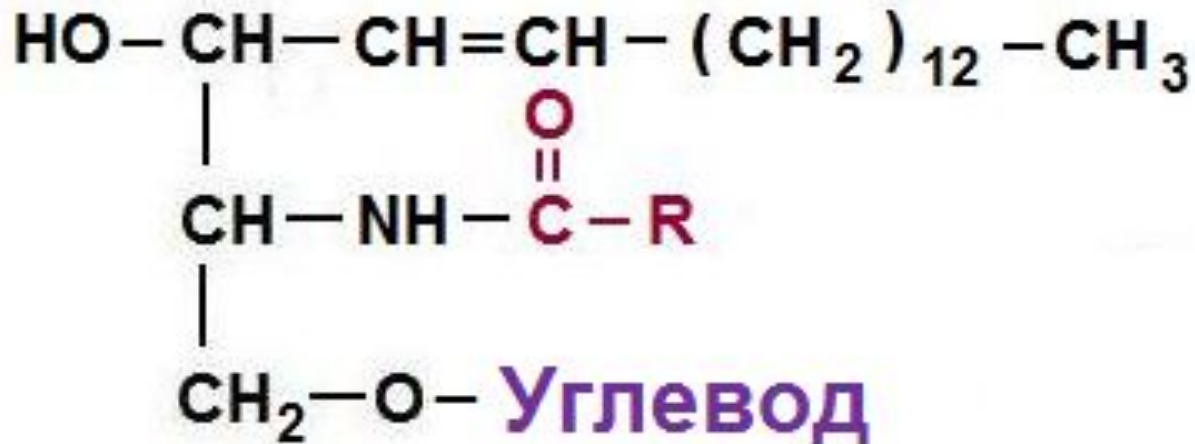
Ферментативный гидролиз сложных липидов *in vivo*.



ГЛИКОЛИПИДЫ

цереброзиды	сульфатиды	ганглиозиды
1. сфингозин	1. сфингозин	1. сфингозин
2. ВЖК	2. ВЖК	2. ВЖК
3. Гексоза (галактоза)	3. Гексоза	3. олигосахарид
	4. Остаток серной кислоты	4. Сиаловая кислота

Схема строения глицолипида



Стероиды

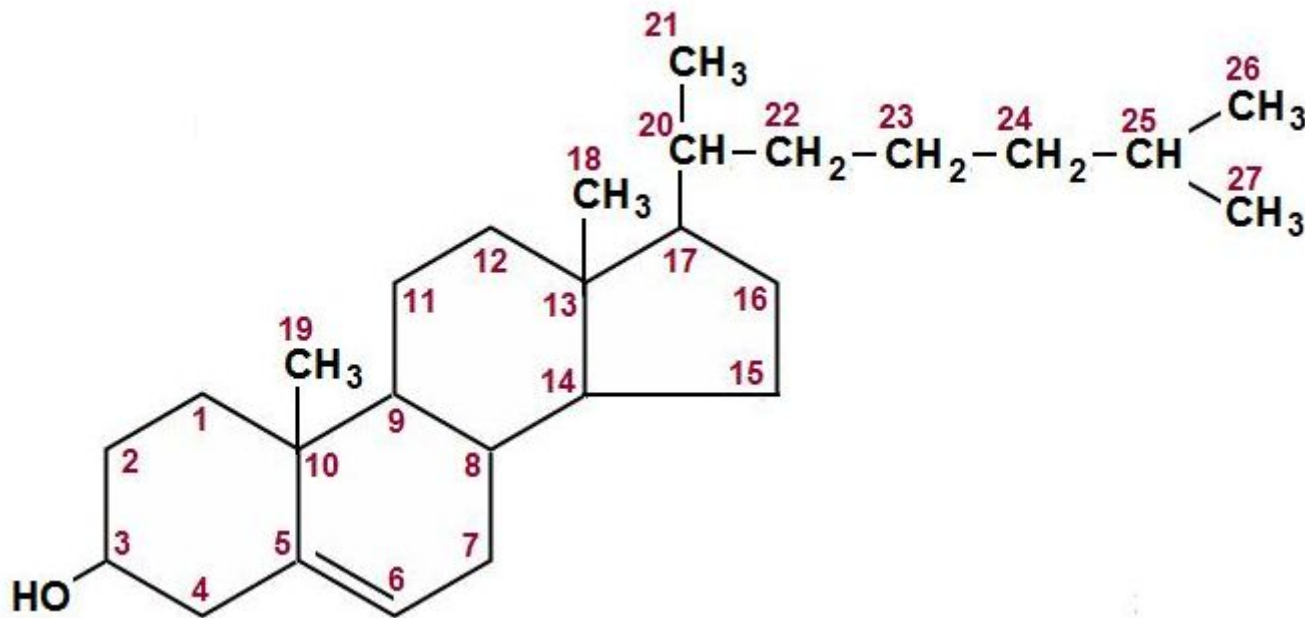
-это производные циклопентанпергидрофенантрена

Классифицируются на:

1) Стерины – спирты стероидной природы.

Примеры: холестерин, жёлчные кислоты.

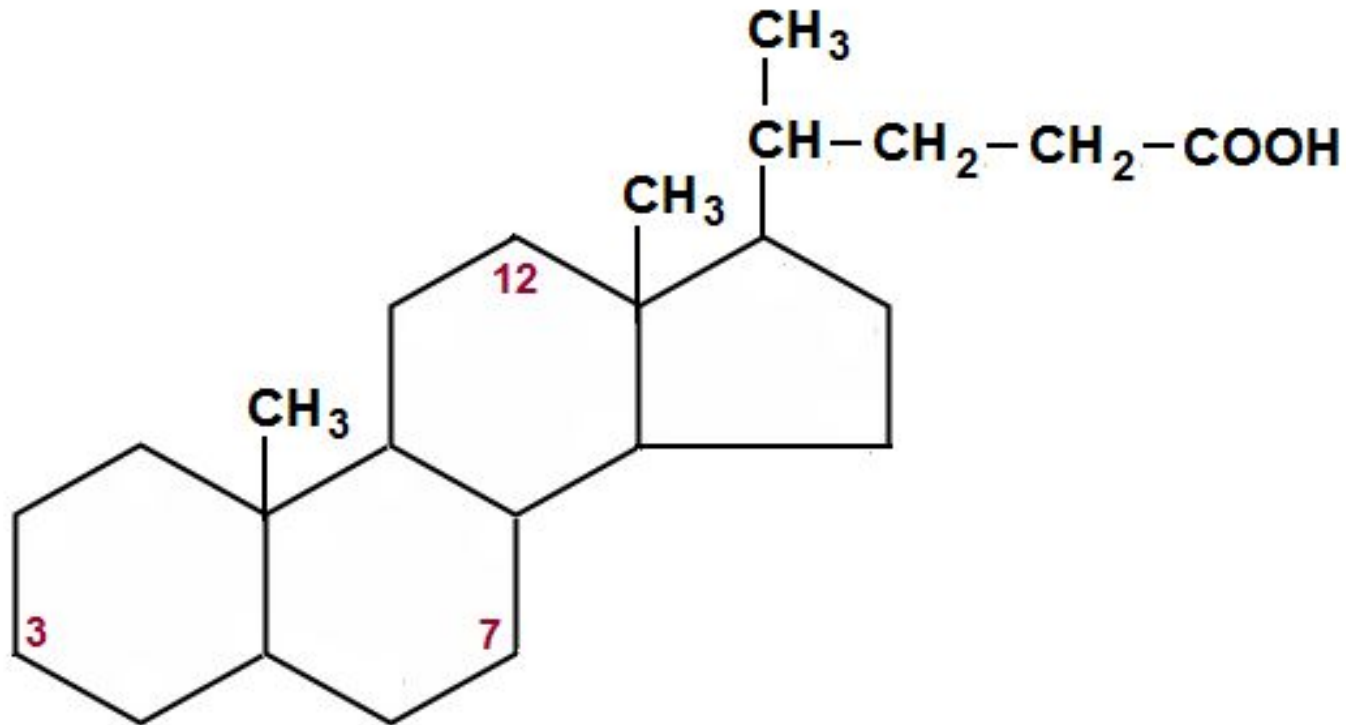
2) Стериды – сложные эфиры стеринов и ВЖК.



Холестерин

Желчные кислоты

- это производные холановой кислоты, синтезируются из холестерина



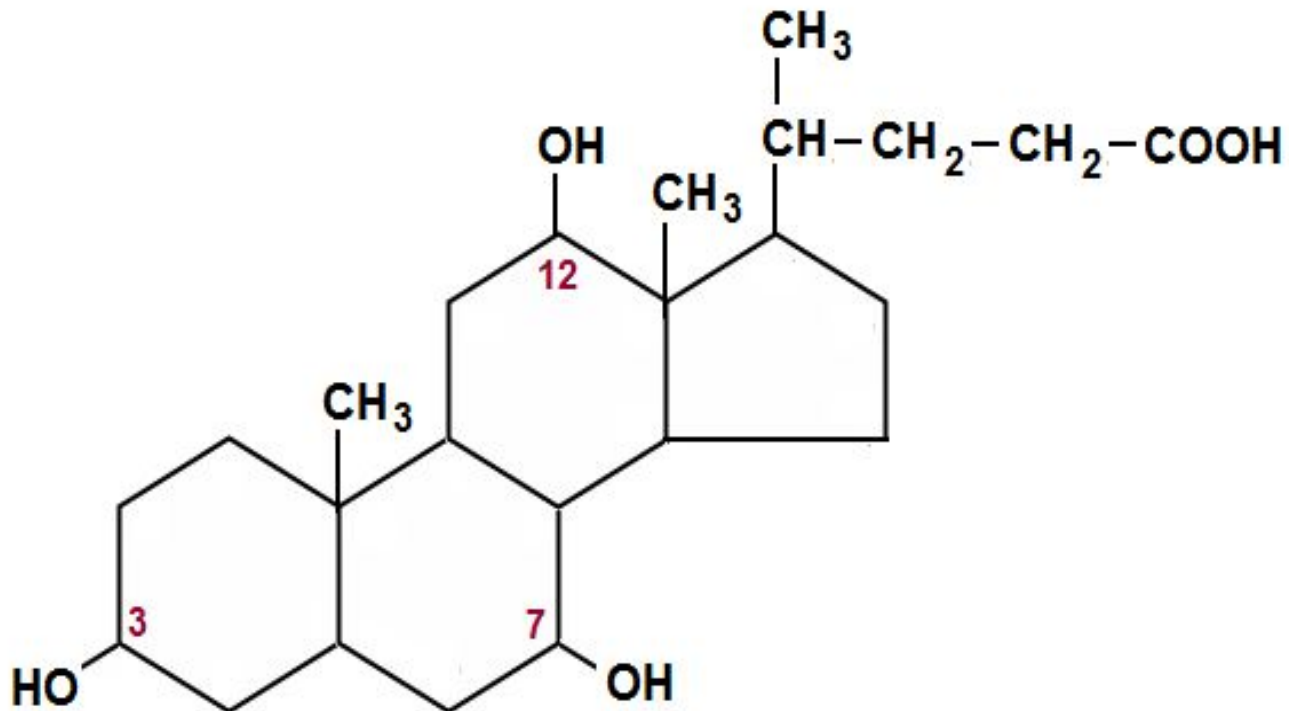
Холановая кислота

Роль жёлчных кислот:

- 1) являются ПАВ, эмульгируют жиры в кишечнике,
- 2) активируют липазу
- 3) образуют холеиновые комплексы (мицеллы) для всасывания ВЖК и ХС

Холевая кислота -

3,7,12-тригидроксихолановая кислота



РОЛЬ ЛИПИДОВ В ПИТАНИИ

1. Липиды пищи на 99% представлены триглицеридами.
2. Липиды поступают с такими продуктами питания как растительное масло - 98 %, молоко - 3 %, сливочное масло - 70-80 % и др.
3. Суточная потребность в липидах = 80 г/сут (50 г животн. +30 г растит.).
4. За счет жиров обеспечивается 40-50 % суточной потребности в энергии.
5. Незаменимый компонент питания - полиненасыщенные ВЖК (эссенциальные), т.н. витамин F - это комплекс линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот. Суточная потребность витамина F = 3-16 г.
6. Липиды пищи служат растворителями для жирорастворимых витаминов А, Д, Е, К.
7. Высокое потребление насыщенных жиров повышает риск развития атеросклероза. Поэтому с возрастом животные жиры заменяют на растительные.
8. Повышают вкусовые качества пищи и обеспечивают насыщение.

Спасибо за внимание!