

Лекция 9: ЛИПИДЫ

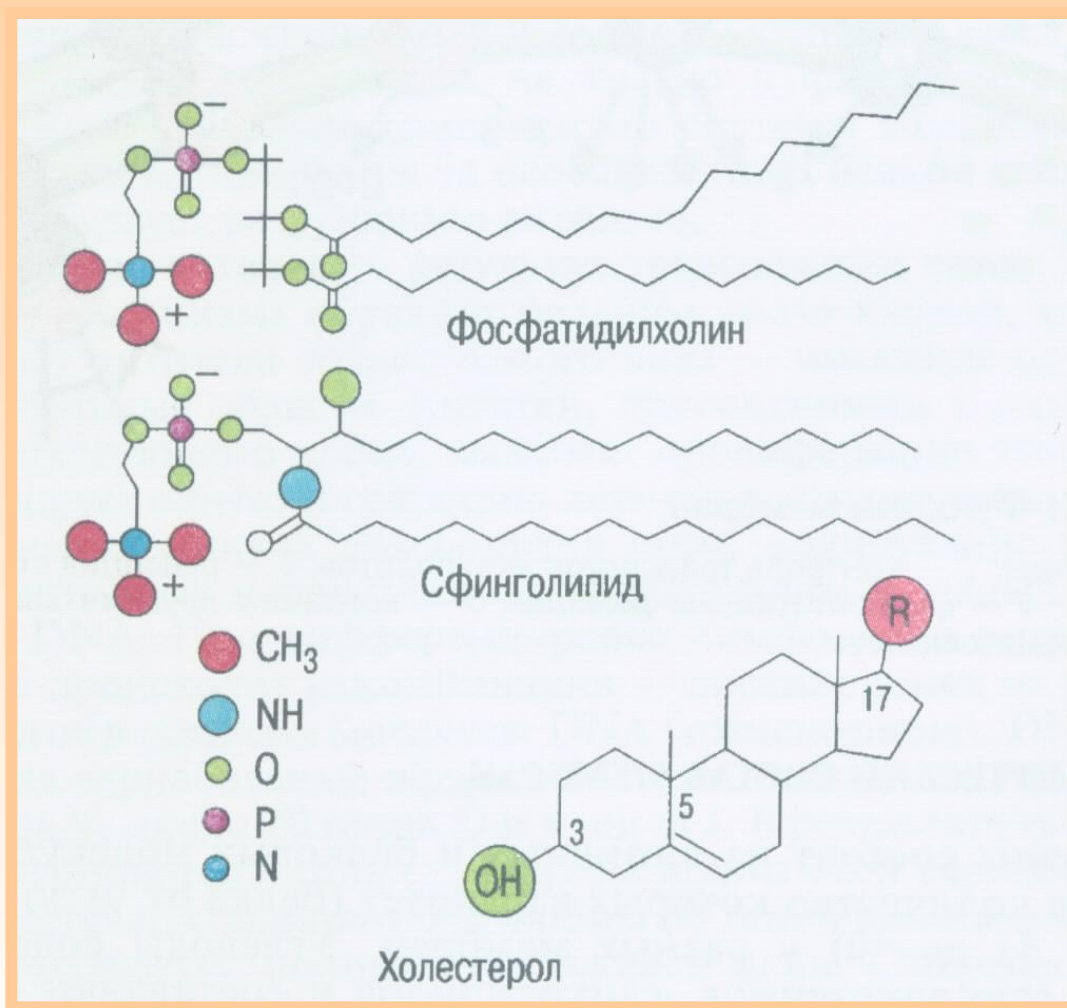


Липиды

- Классификация:
 - 1.Омыляемые и неомыляемые липиды
 - 2.Простые и сложные липиды
- Строение
- Основные составляющие:
высшие карбоновые кислоты и спирты
- Свойства: гидролиз, окисление

Липиды - это большая группа разнородных веществ, содержащихся в животных и растительных тканях.

Липиды растворимы в органических растворителях и не растворимы в воде

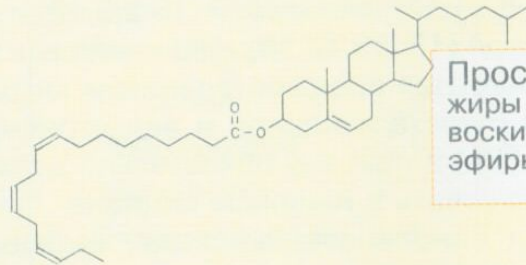
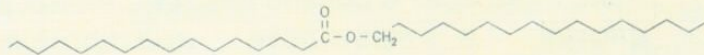


Биологические функции липидов

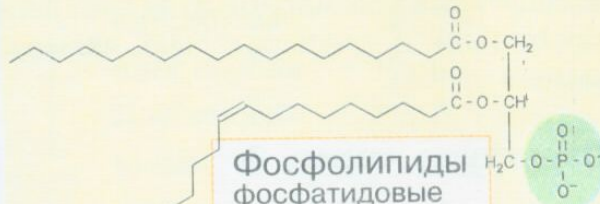
- компоненты клеточных мембран
- основная форма запасаания углерода и энергии
- защитные барьеры, предохраняющие от термического, электрического, физического воздействий
- предшественники важных биосоединений

Классификация липидов

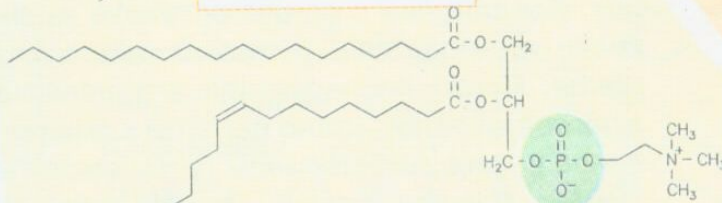
Омыляемые липиды



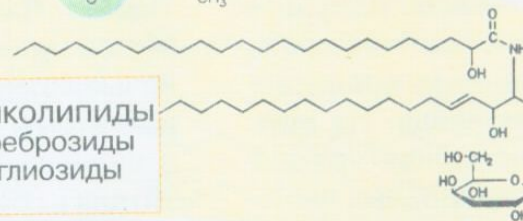
Простые эфиры
жиры
воски
эфиры стерина



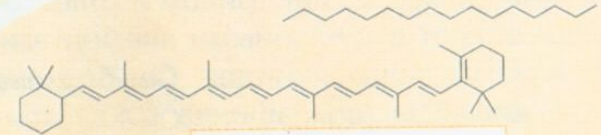
Фосфолипиды
фосфатидовые
кислоты
фосфатиды
сфинголипиды



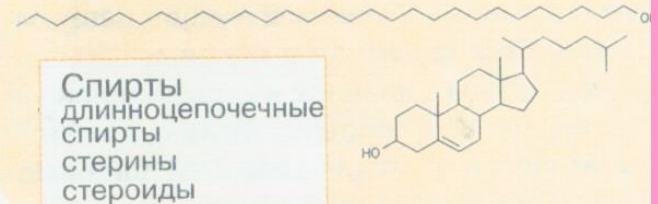
Гликолипиды
цереброзиды
ганглиозиды



Неомыляемые липиды



Углеводороды
алканы
каротиноиды



Спирты
длинноцепочечные
спирты
стерины
стероиды



Кислоты
жирные
кислоты
эйкозаноиды

Липиды

Омыляемые

H_2O

Смесь веществ:
карбоновые
кислоты,
спирты и пр.

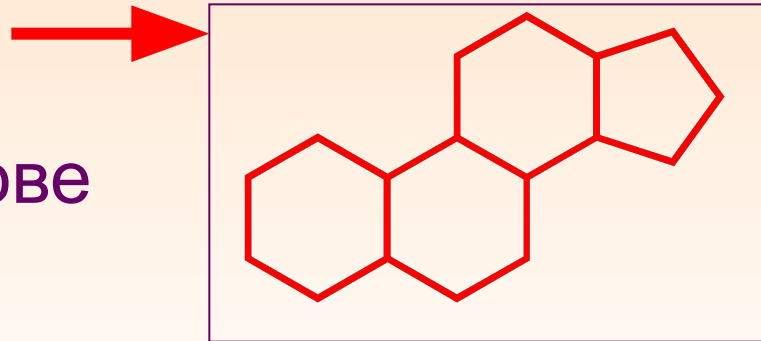
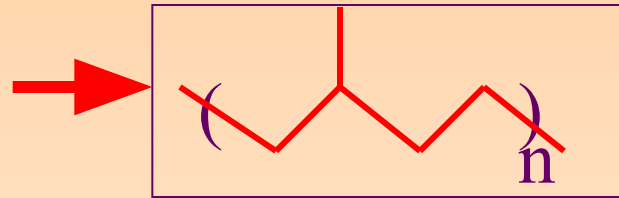
Неомыляемые

H_2O

Нет гидролиза

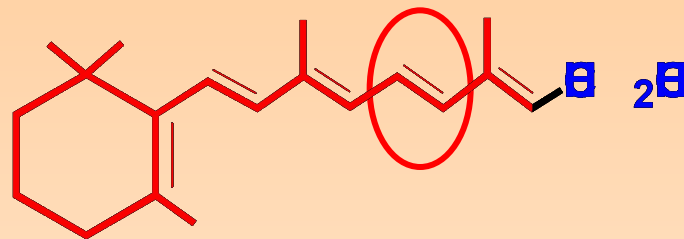
Низкомолекулярные биорегуляторы (неомыляемые липиды)

- **Изопреноиды**-соединения, построенные из фрагментов **изопрена**
- **Стероиды**-соединения, имеющие в основе структуру **эстрана**



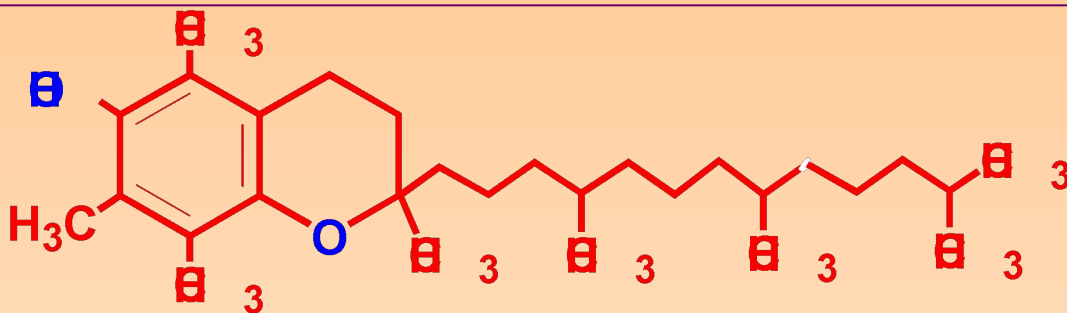
Жирорастворимые витамины (изопреноиды)

Каротиноиды,
 β -каротин и
витамин А

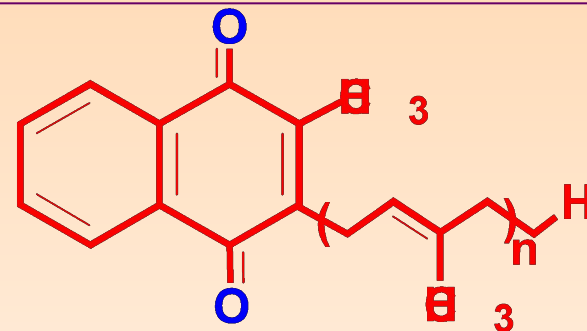


Витамин А - ретинол, необходим для нормального эмбрионального развития, играет большую роль в фотохимических процессах зрения

Витамин Е
(α -токоферол)

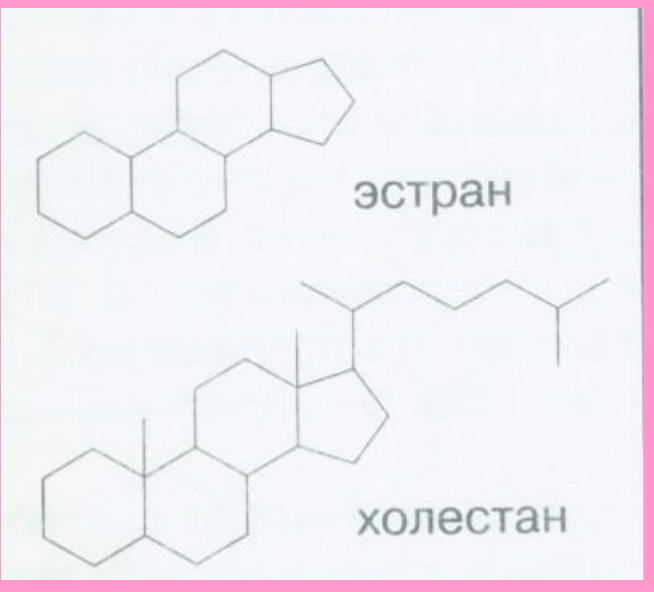


Витамин К

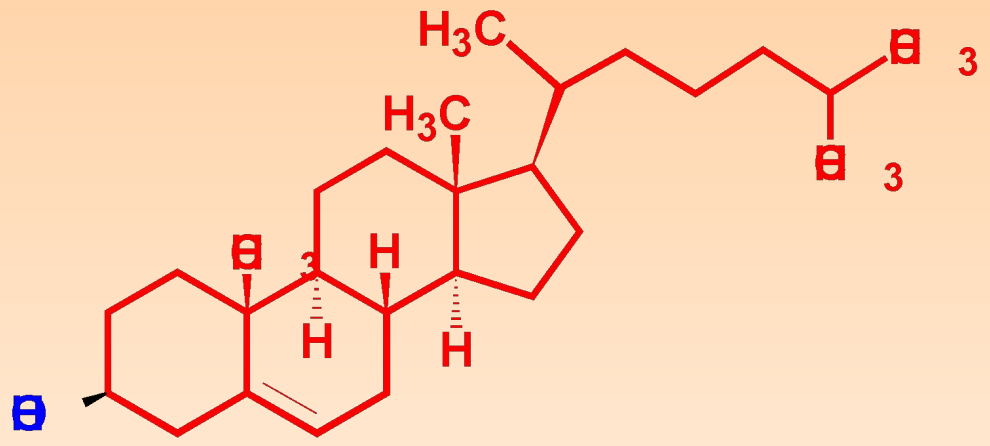


«Ловушка»
для свободных
радикалов,
антиоксидант

Регулятор системы
свертывания крови

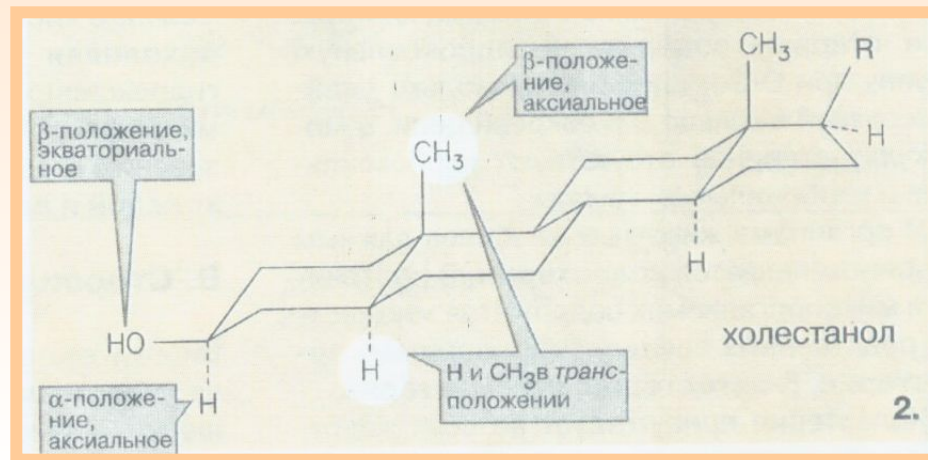


холестерин

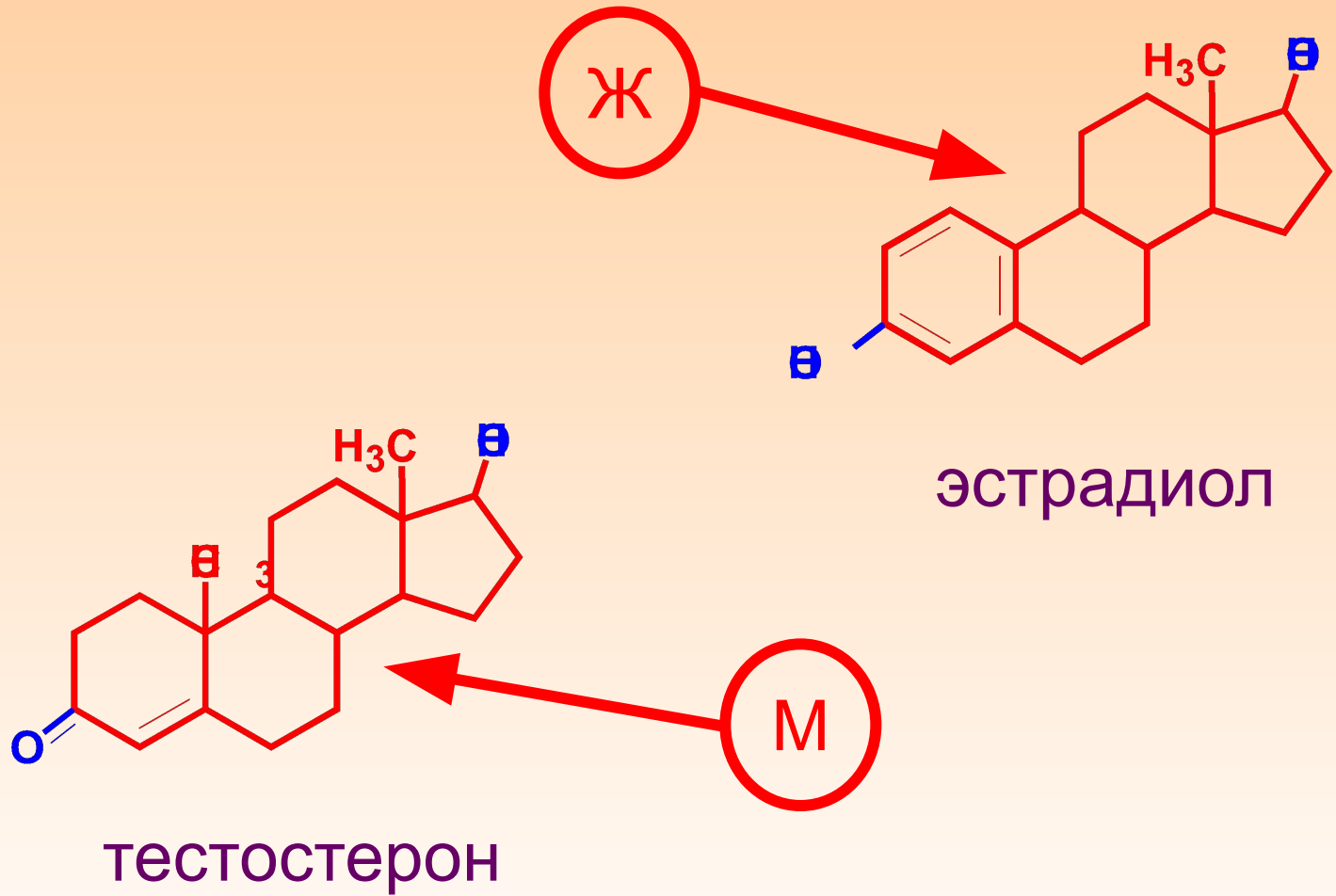


Биологическое значение холестерина

Холестерин присутствует во всех животных тканях является важнейшей частью клеточных мембран, где регулирует их текучесть. Запасной и транспортной формами холестерина являются его эфиры с желчными кислотами

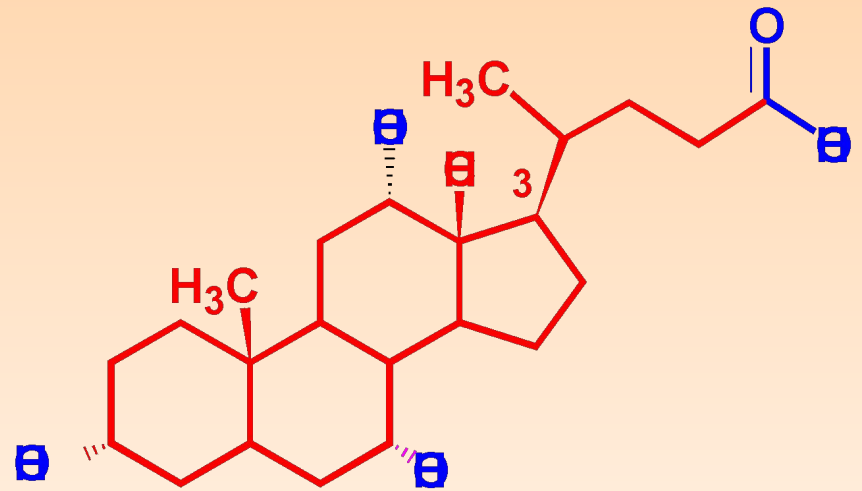


Стероидные гормоны



Желчные кислоты

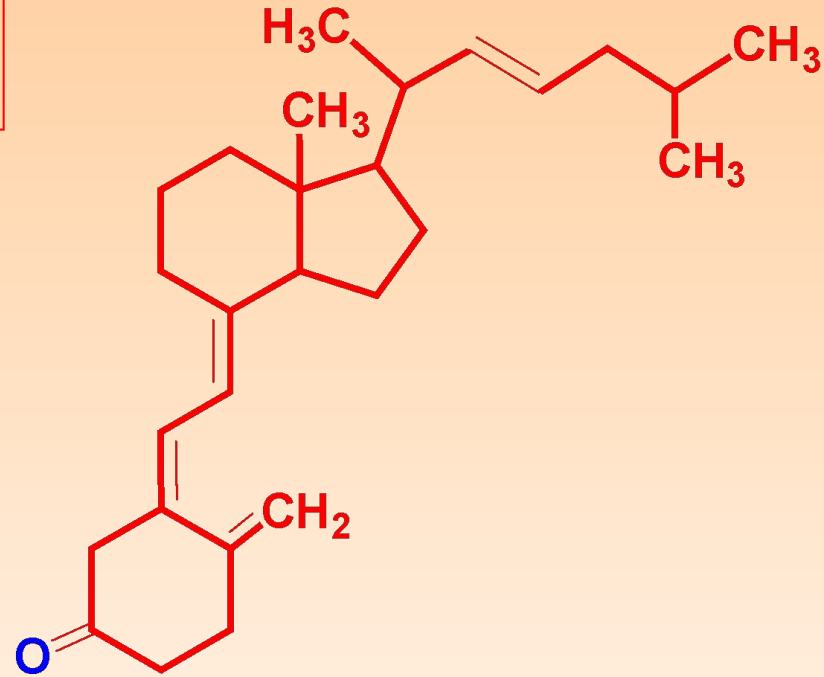
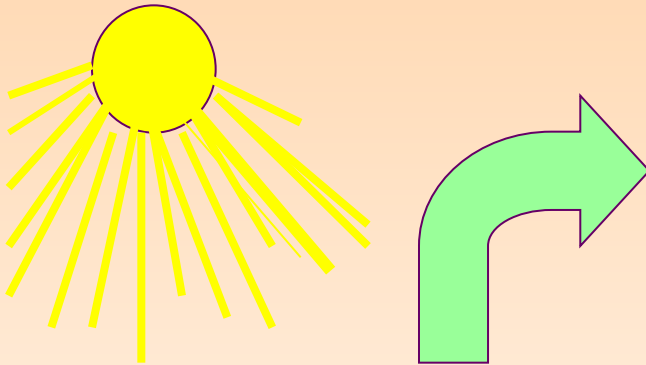
Обеспечивают растворимость холестерина в желчи;
способствуют эмульгированию и перевариванию жиров



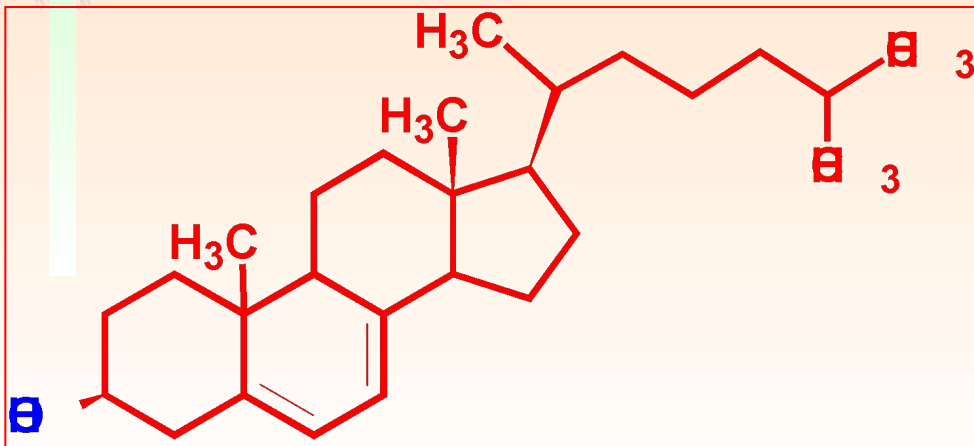
Холевая кислота

Витамин D - кальциферол

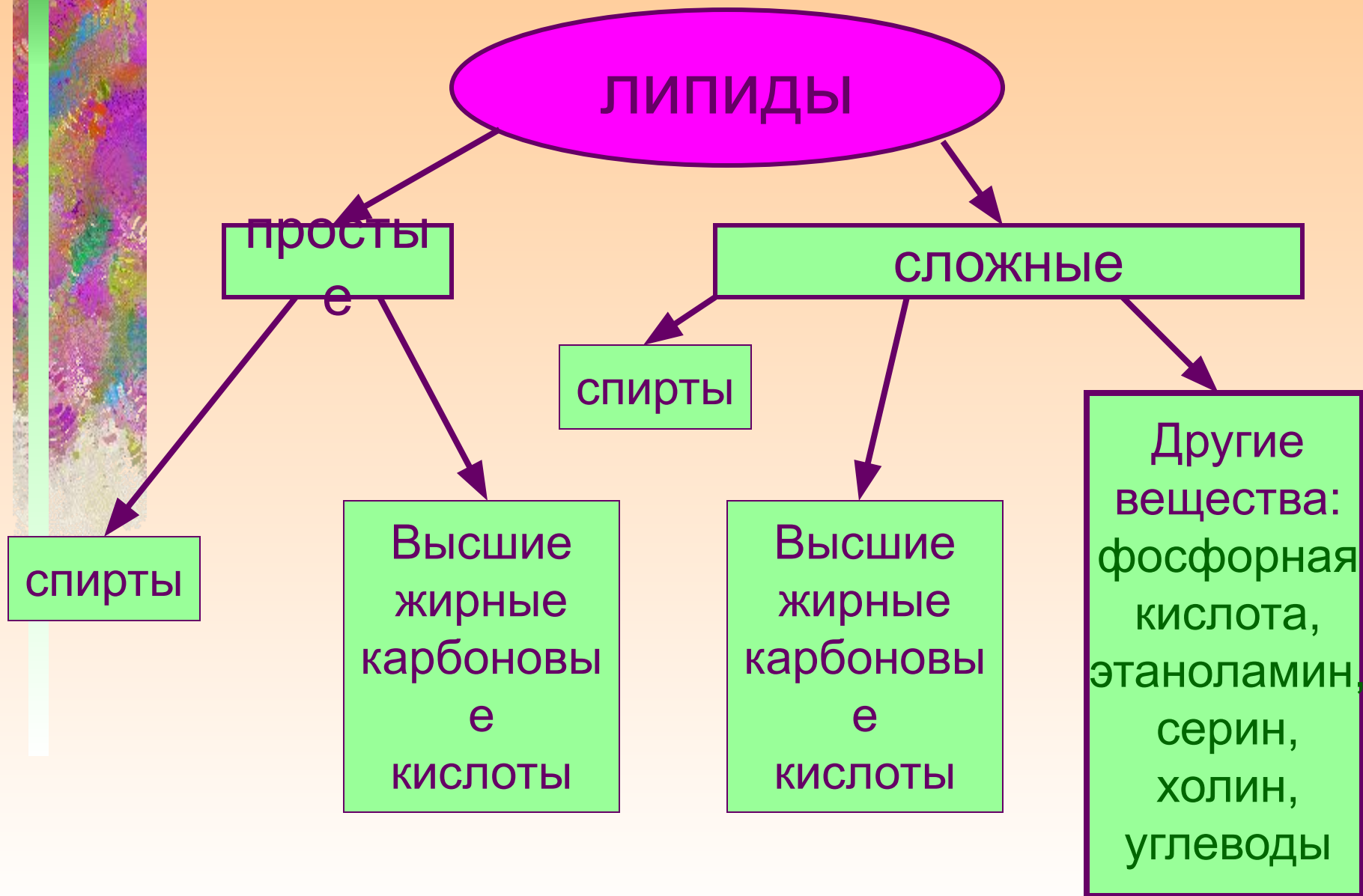
Регулирует метаболизм
кальция,



При недостатке
витамина D у детей
развивается рахит



Классификация омыляемых липидов

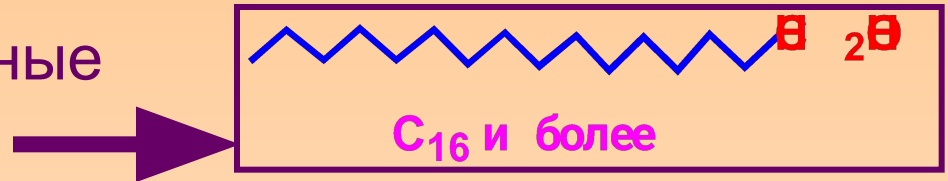


Структурные компоненты липидов

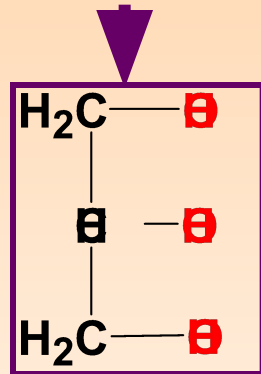
Обязательные компоненты:
спирты и
высшие карбоновые кислоты

Спирты

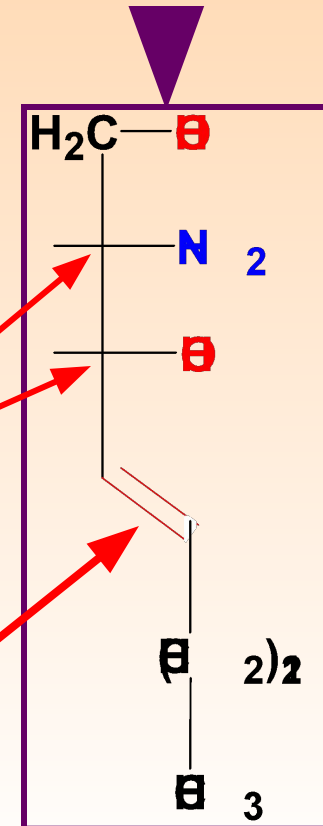
- Высшие одноатомные спирты



- Трехатомный спирт
глицерин



- Двухатомный аминоспирт
сфингозин



D-конфигурация

Транс-
двойная связь

Высшие жирные кислоты липидов

Название	Число атомов С и связей С=C	Формула	T _{пл.}
Насыщенные			
Лауриновая	C ₁₂		44
Миристиновая	C ₁₄		54
Пальмитиновая	C ₁₆		64
Стеариновая	C ₁₈		70
Арахидиновая	C ₂₀		78,5

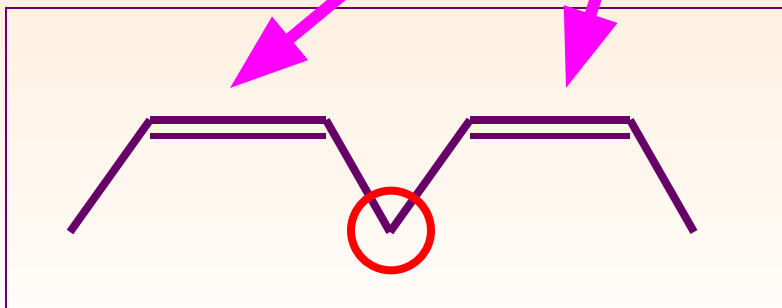
Высшие жирные кислоты липидов

Ненасыщенные

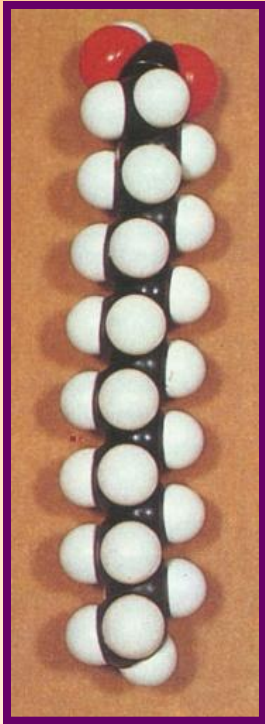
Название	Число атомов С и связей C=C	Формула	T _{пл.}
Пальмитоолеиновая	C _{16:1;9}		-0,5
Олеиновая	C _{18:1;9}		14
Линолевая	C _{18:2;9,12}		-5
Линоленовая	C _{18:3;9,12,15}		-11
Арахидоновая	C _{20:4;5,8,11,14}		-49,5
Элаидиновая	C _{18:1;9}		52

Особенности строения жирных природных кислот

- Линейная углеродная цепь
- Четное число атомов С
(чаще всего от C_{18} до C_{20})
- Двойные связи имеют **цис**-конфигурацию
- Двойные связи разделены одной CH_2 -группой

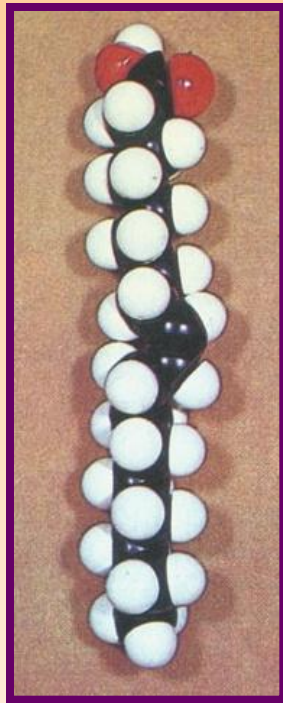


Строение природных карбоновых кислот



C16

пальмитиновая



C 18:1; 9

олеиновая




C18:2; 9,12

линолевая



C18:3; 9,12,15

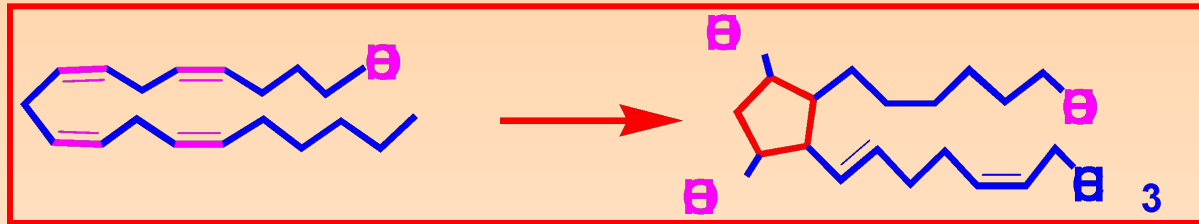
линоленовая



Незаменимые карбоновые кислоты -
линолевая и линоленовая (5 г в день)
Способствуют снижению в крови
холестерина

Транс- ВКК - сильный атерогенный фактор,
образуются при гидрировании растительных
масел с целью получения твердых жиров
(маргаринов)

Простагландины имеют широкий спектр биологического действия



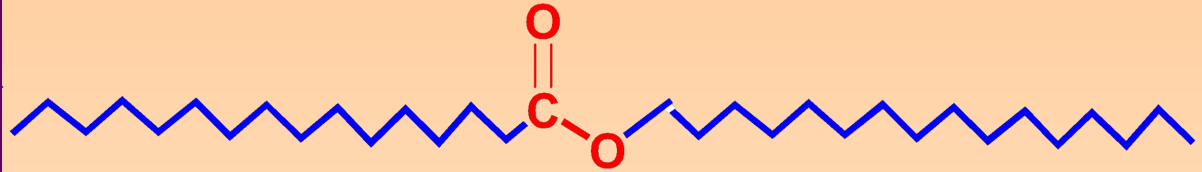
Арахидоновая
кислота

Простагландин

Простагландины расширяют сосуды,
ингибируют свертывание крови,
ингибируют выделение желудочного сока
стимулируют работу легких и бронхов

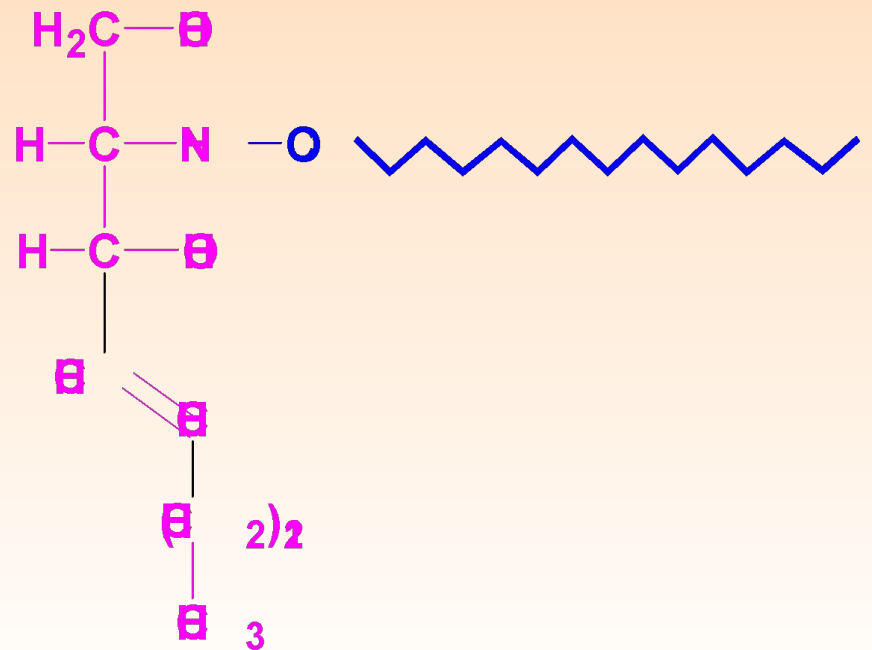
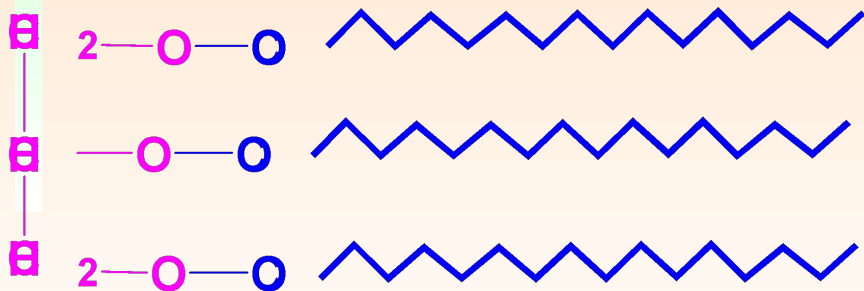
Простые липиды

Воски
(алкил-
ацилаты)

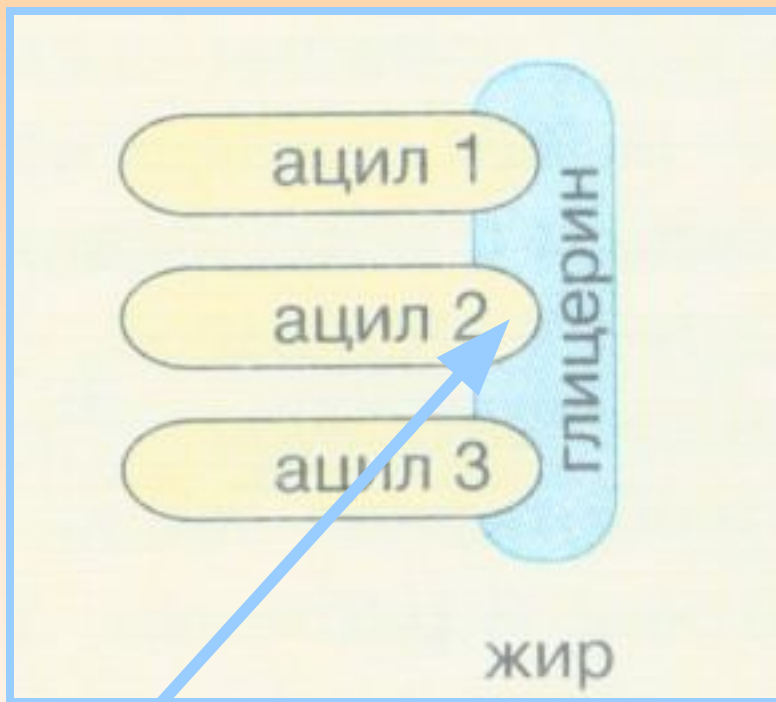


**Жиры,
масла**
(триацил-
глицерины)

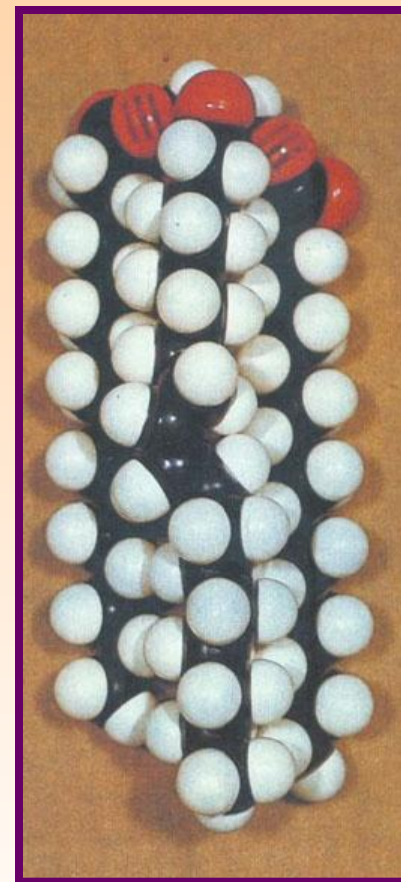
Церамиды
(N-ацилсфингозины)



Жиры (триацилглицерины) - сложные эфиры высших карбоновых кислот и трехатомного спирта - глицерина



C_2 - хиральный центр



Биологическая роль жиров

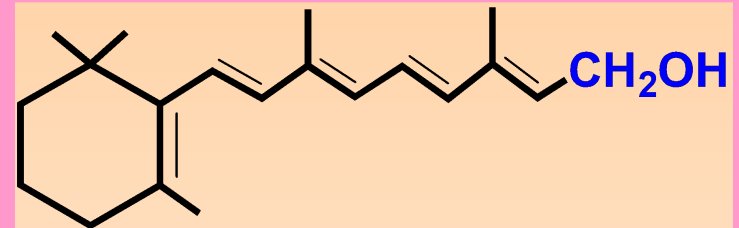
Жиры - наиболее важный резерв энергии в организме животных.

Хранятся в клетках жировой ткани-
адипоцитах

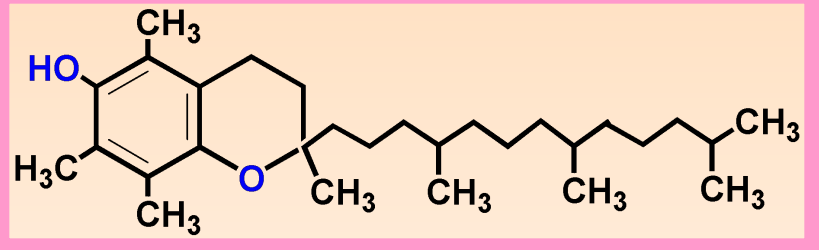
Вместе с жирами при всасывании в организм поступают жирорастворимые
витамины: **А, Е, D, К.**

Жирорастворимые витамины

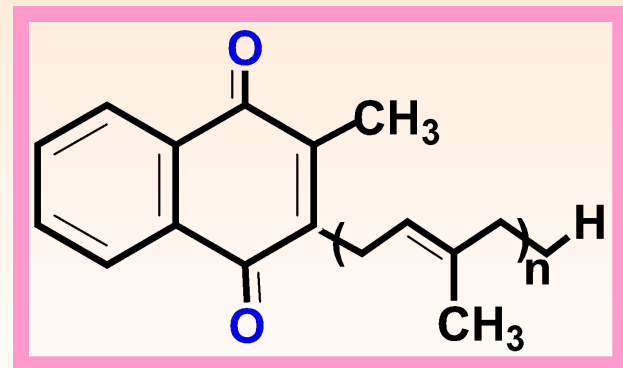
Витамин А

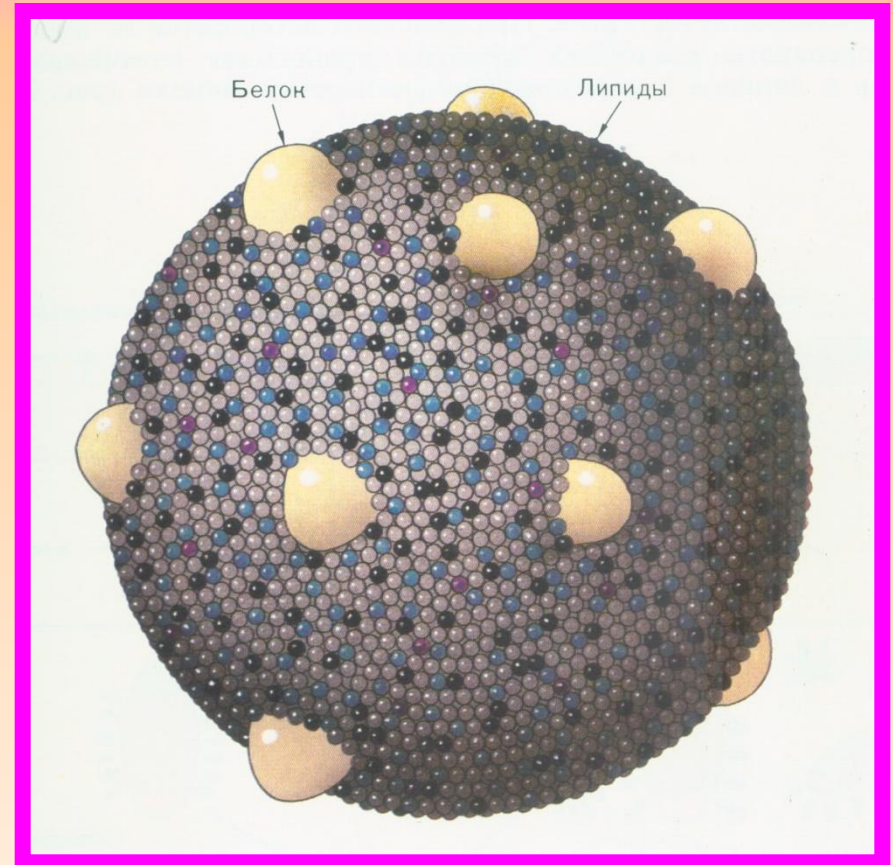


Витамин Е



Витамин К





Транспорт жиров в органы и ткани через лимфатическую систему и кровотоков возможен только после включения их в состав **хиломикронов**.

Сложные липиды

фосфолипиды

сфинголипиды

гликолипиды

цереброзиды

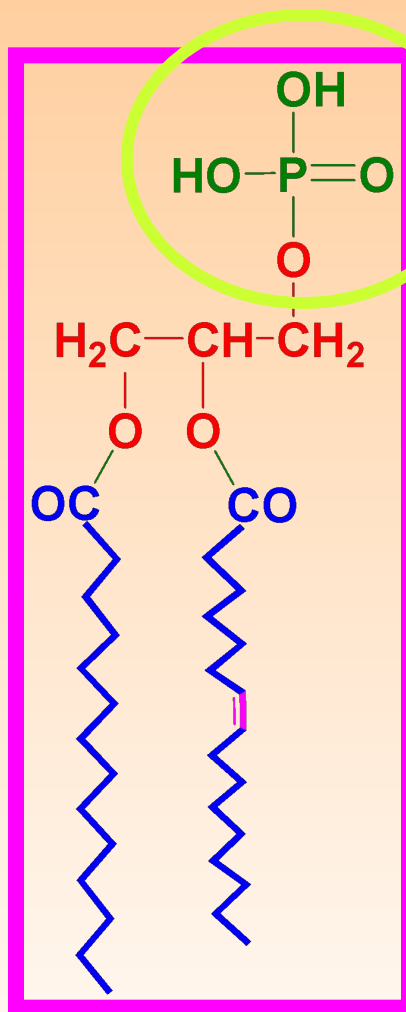
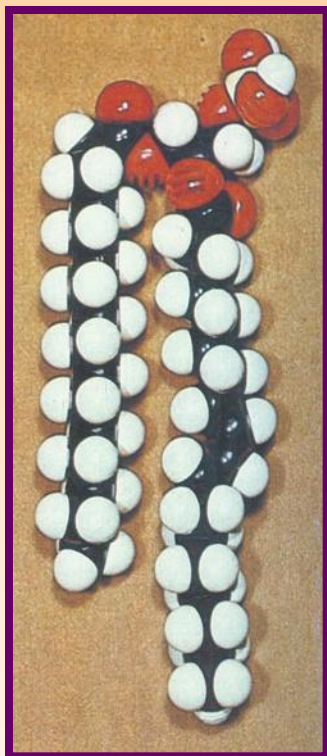
ганглиозиды

фосфатиды

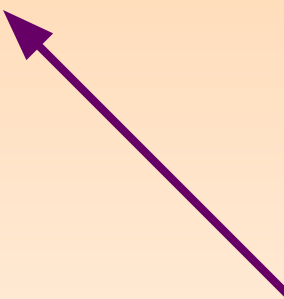
сфингомиелины



Фосфолипиды

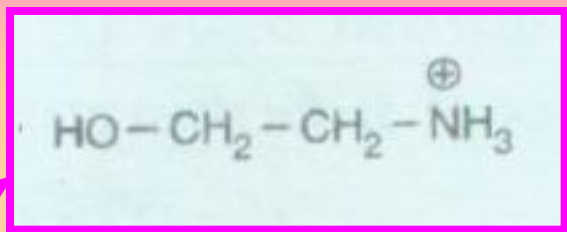
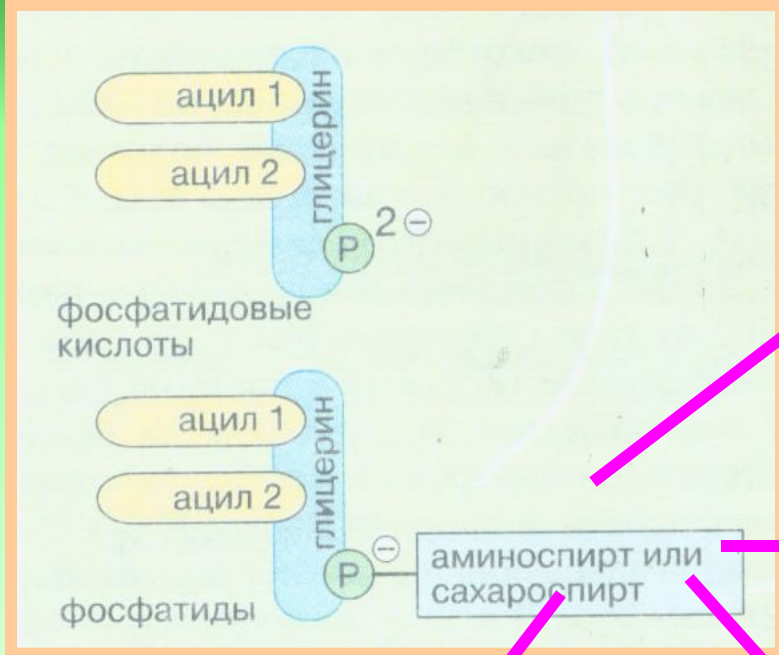


Фосфатидовая
кислота

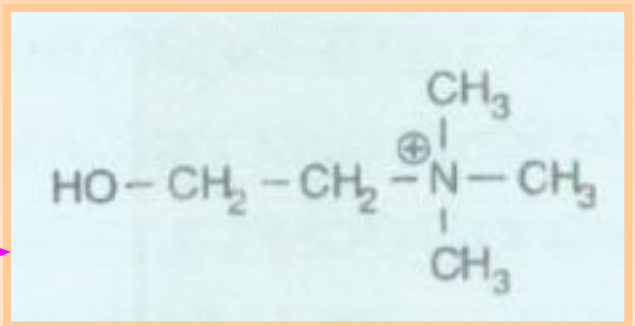


Одна из концевых
гидрокси-групп
глицерина
этерифицирована
фосфорной кислотой

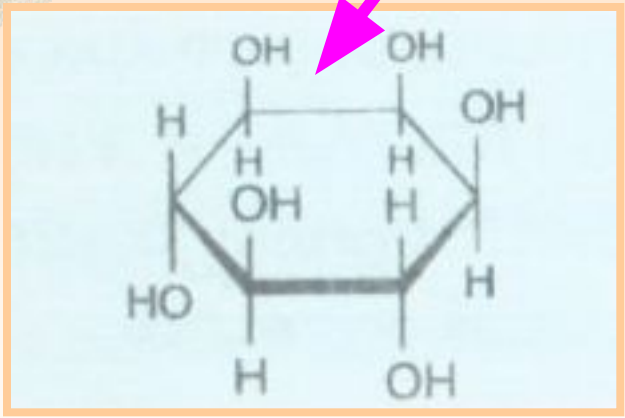
фосфатиды



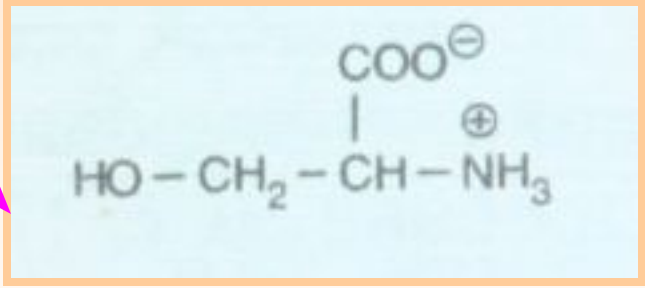
этаноламин



ХОЛИН

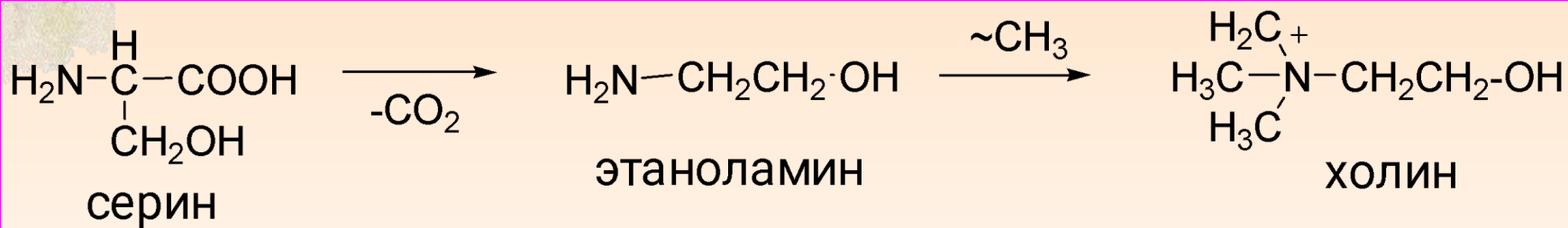


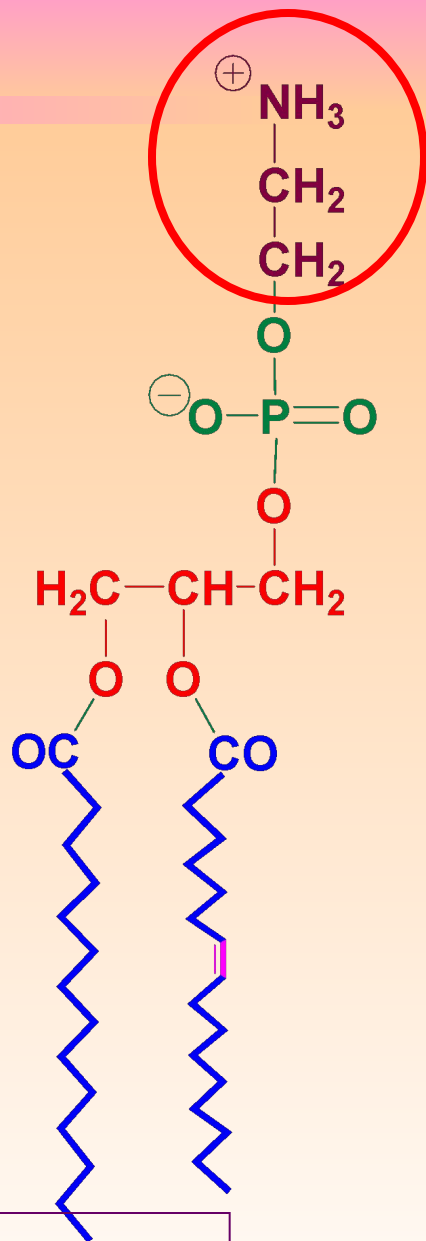
МИОИНОЗИТ



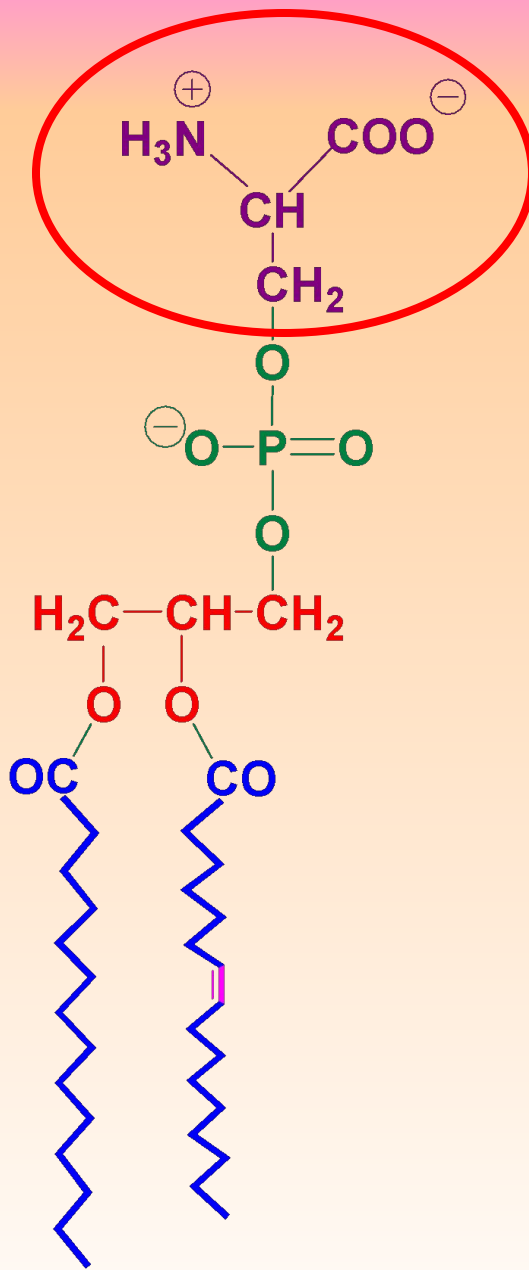
серин

Этерифицирующие агенты могут
взаимно
превращаться в процессе
метаболизма

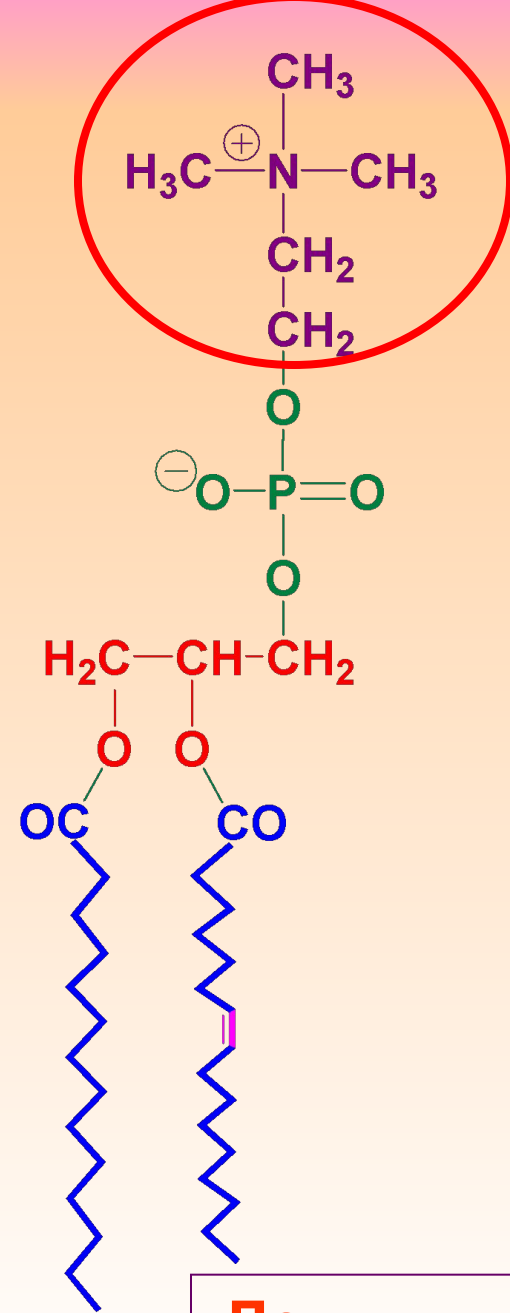




Фосфатидил-этаноламин

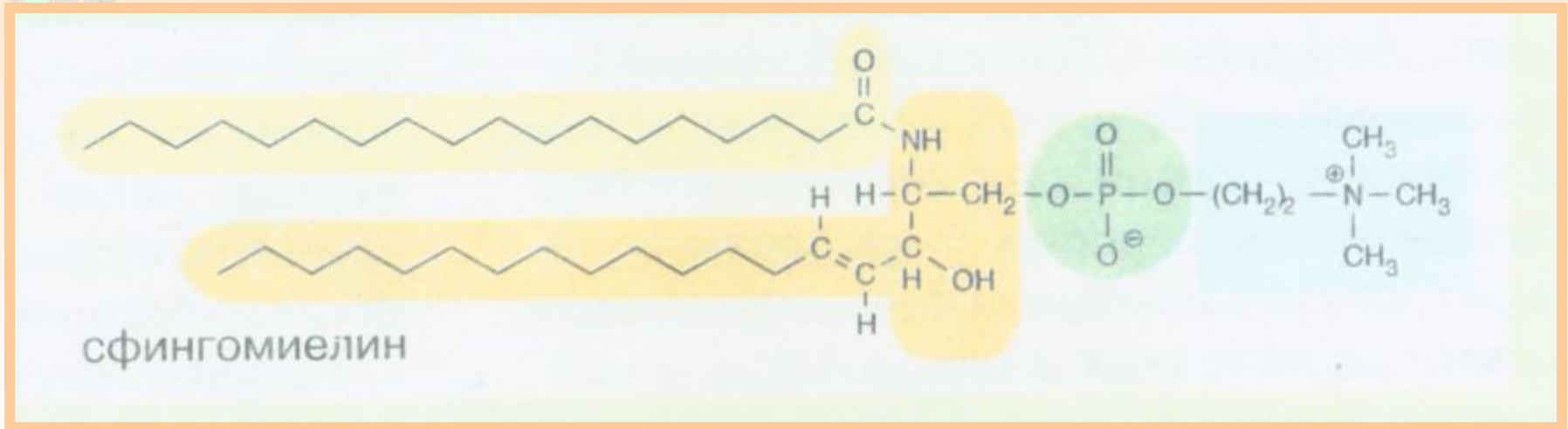
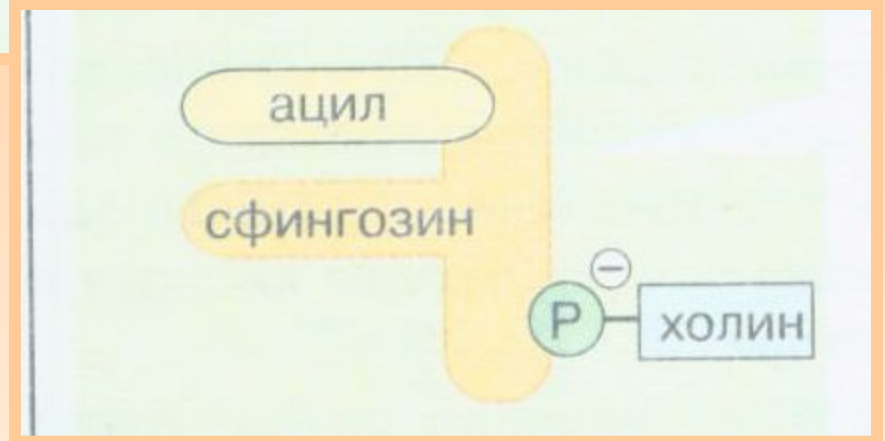
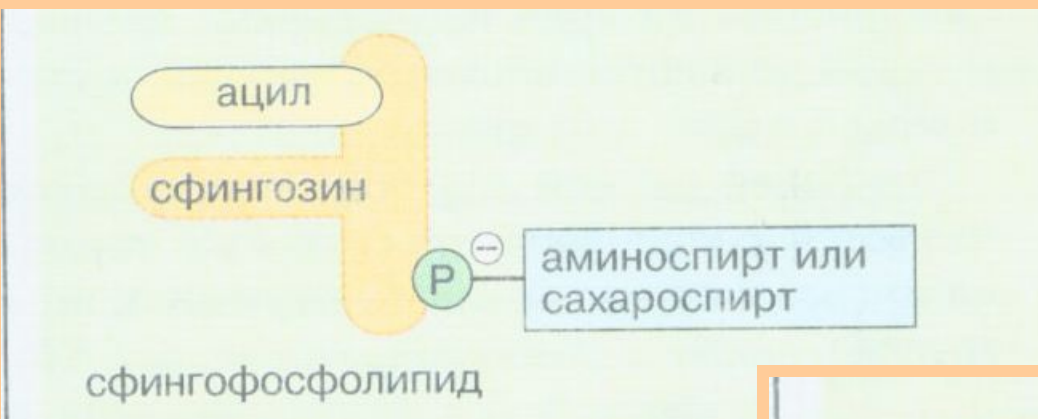


Фосфатидилсерин



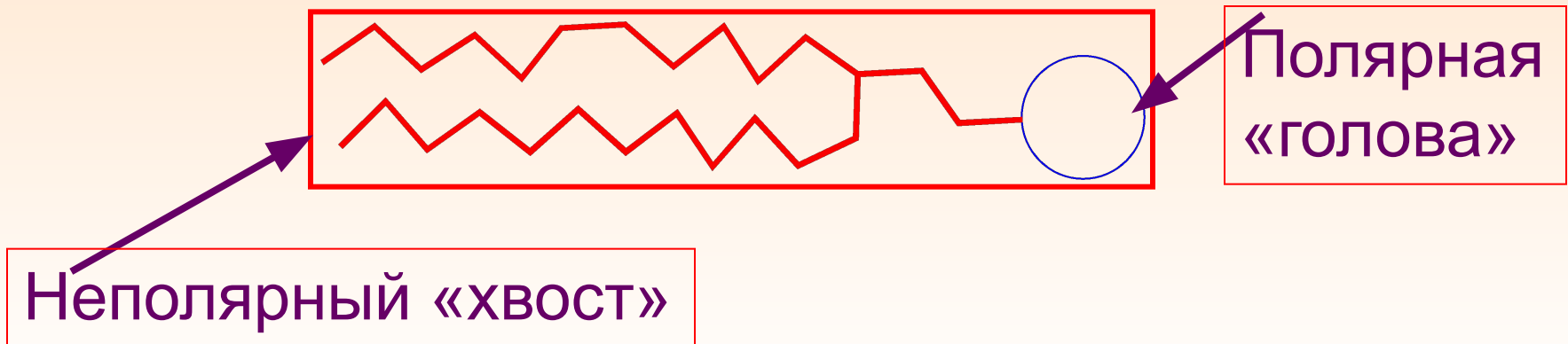
Лецитин

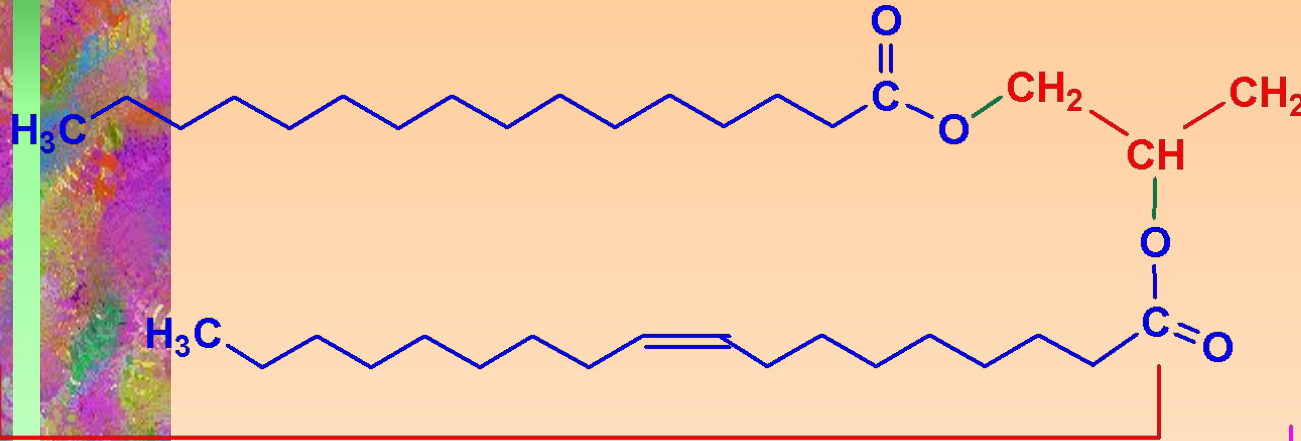
сфинголипиды



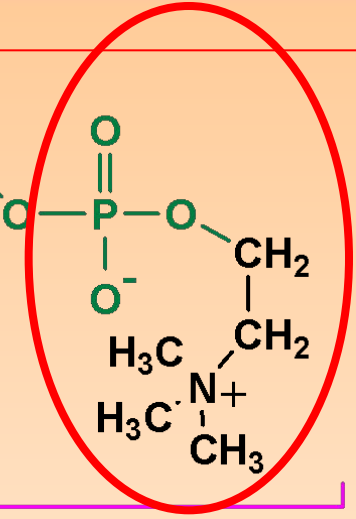
Значение сфинго- и глицерофосфолипидов

Это мембранные липиды, их содержание в клеточных мембранах может достигать 80%.
Основное свойство при образовании клеточной мембраны - самоорганизация в бислои благодаря **амфифильности**.

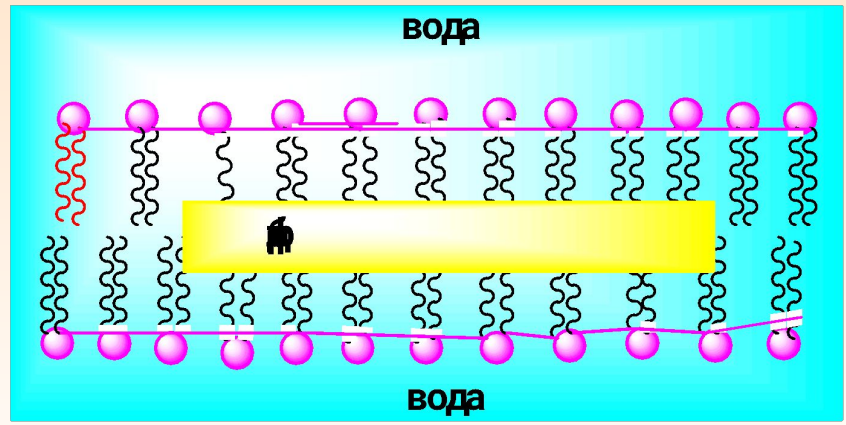




гидрофобный "хвост"

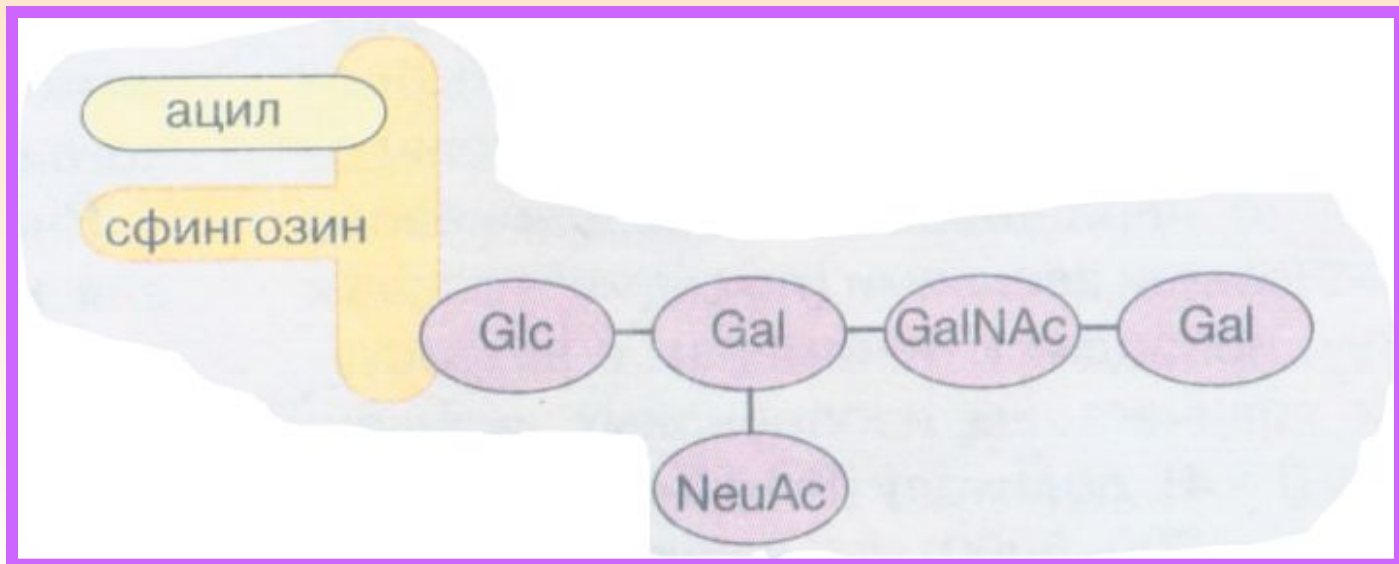
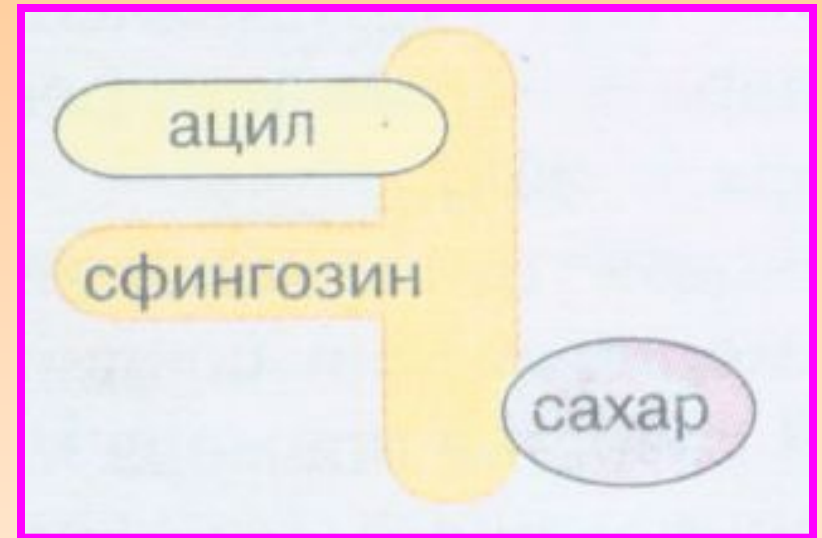


гидрофильная "головка"



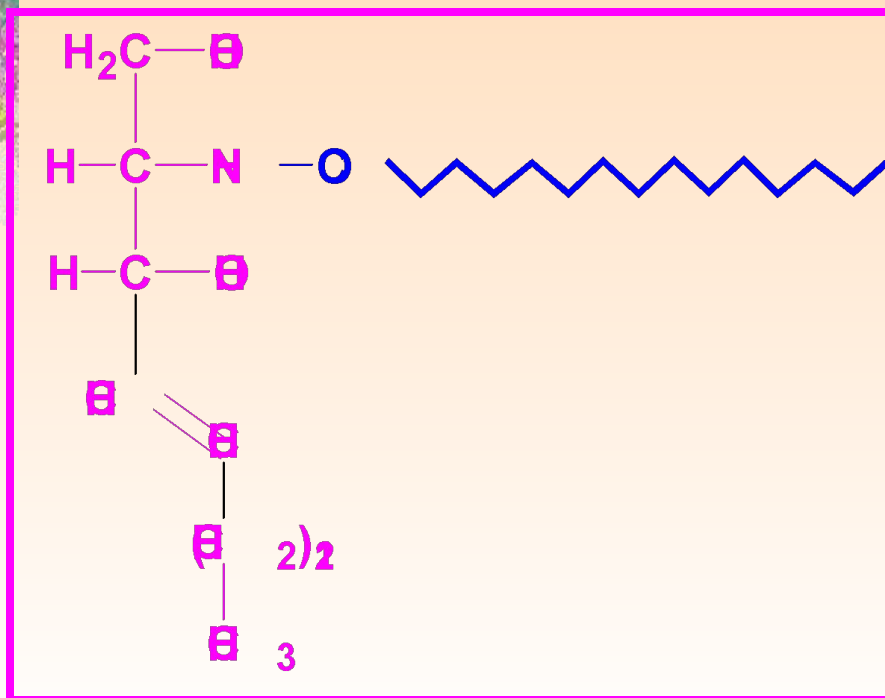
бислой

Гликолипиды



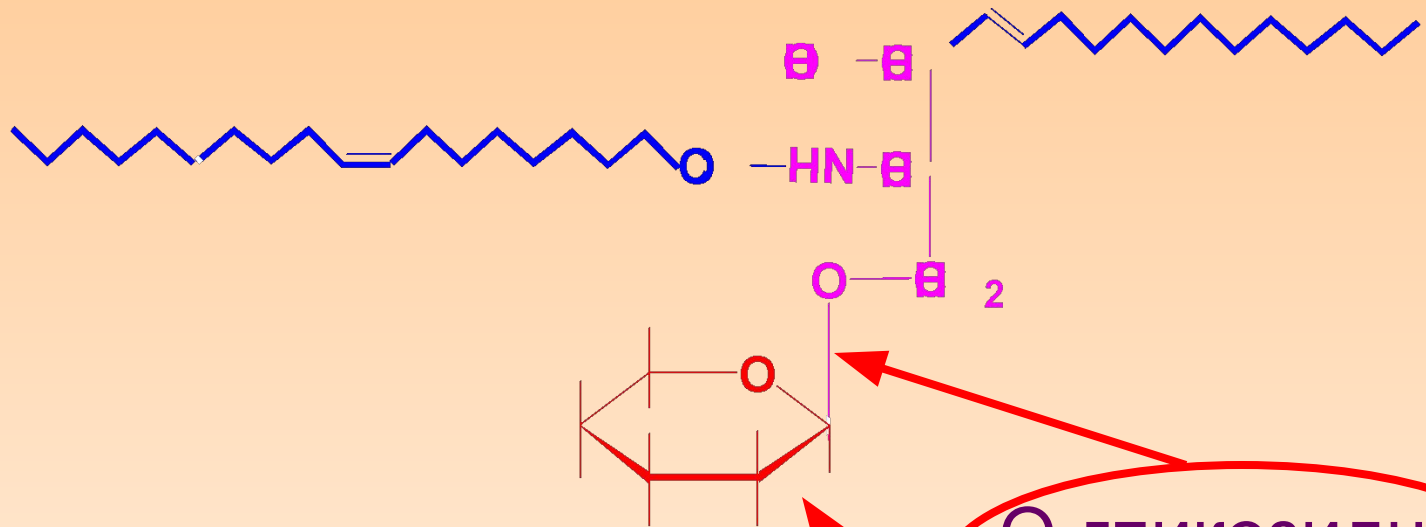
Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды

Содержатся
во всех тканях,
особенно в наружном
слое плазматических
мембран



Основа-
церамид

Цереброзиды



О-гликозидная
связь

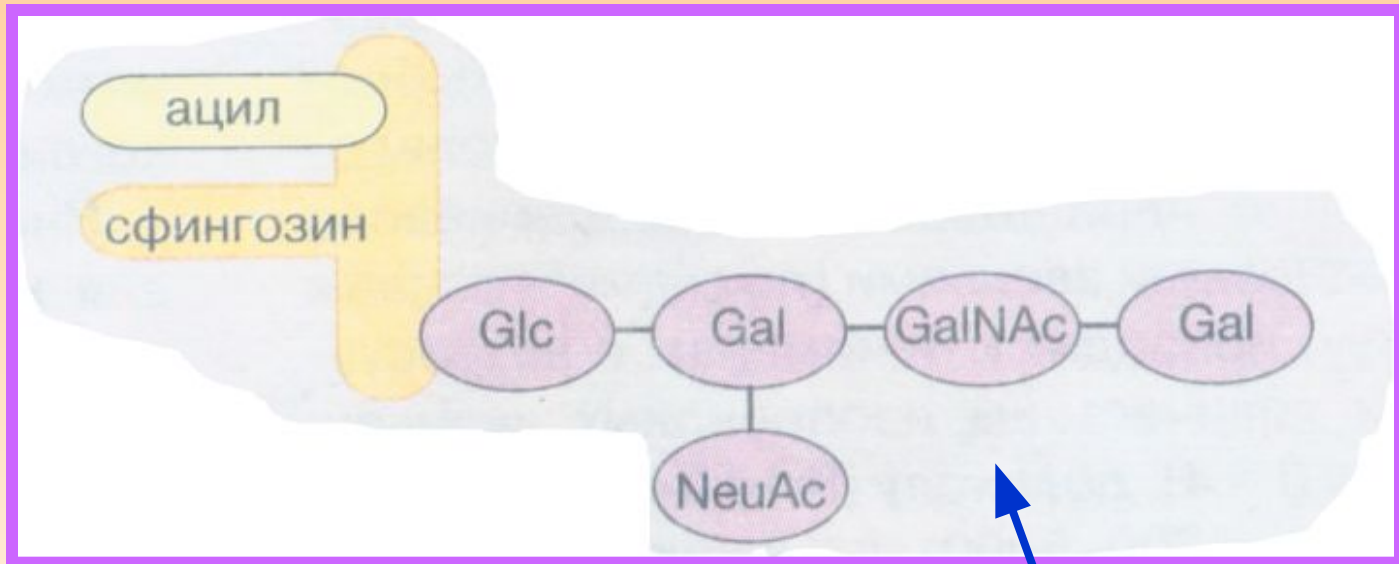
Гликозильный
фрагмент:
D-Gal или D-Glc

ацил

сфингозин

сахар

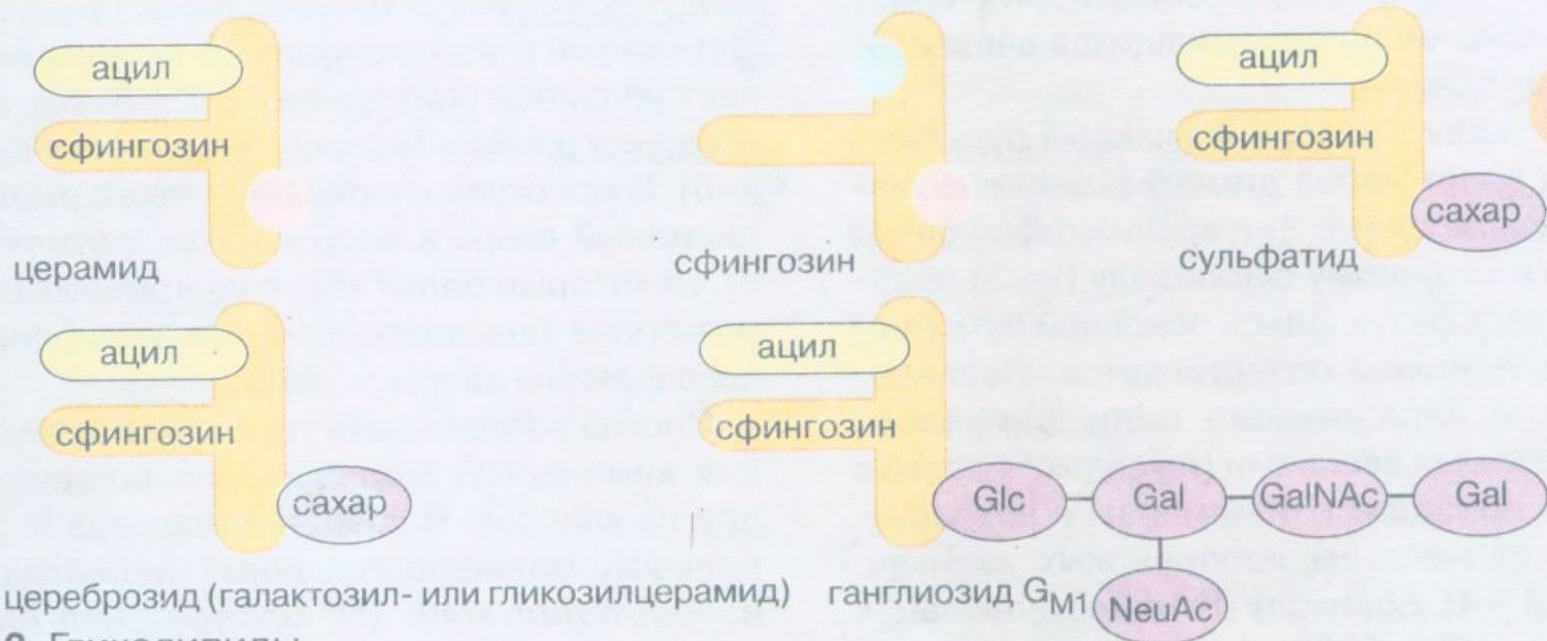
Ганглиозиды



Олигосахаридная группа

Функции гликолипидов:

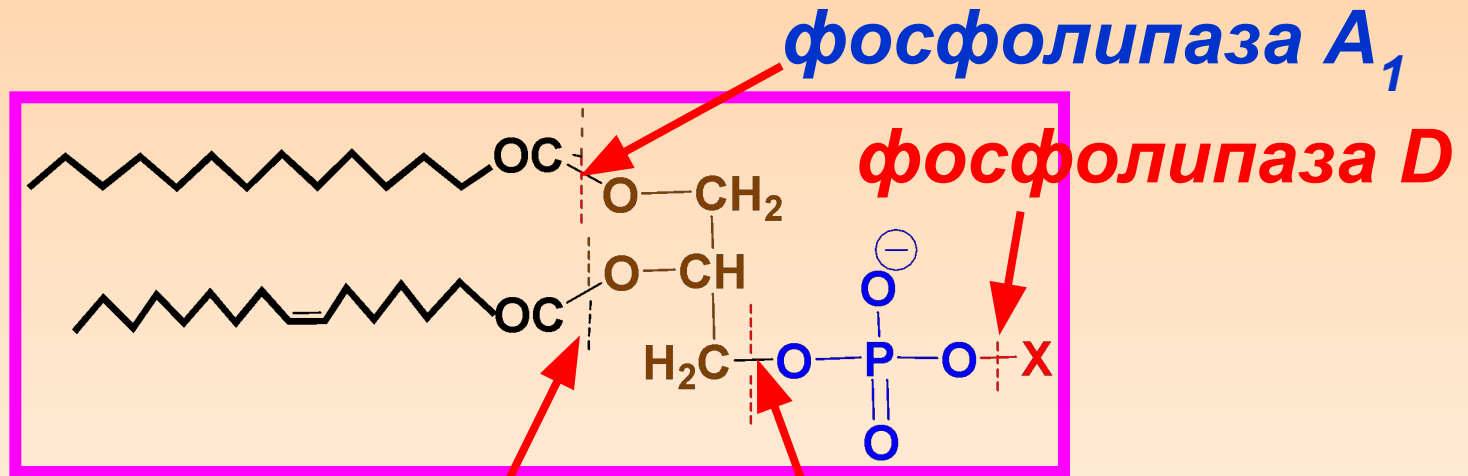
формирование маркеров
клеточной дифференциации;
регуляция роста клеток



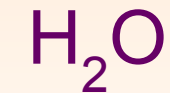
3. Гликолипиды

Превращения липидов in vivo:

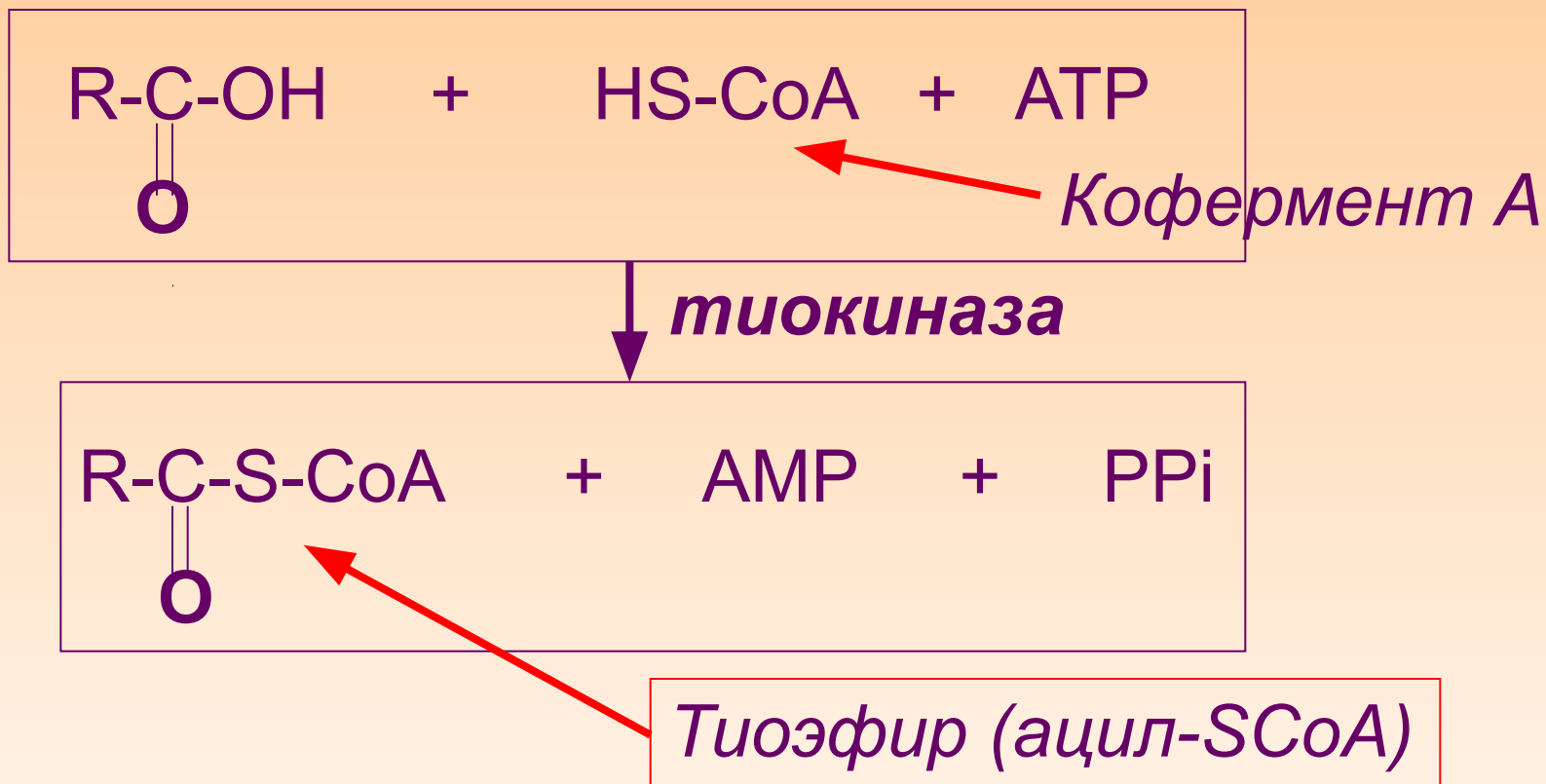
1. гидролиз



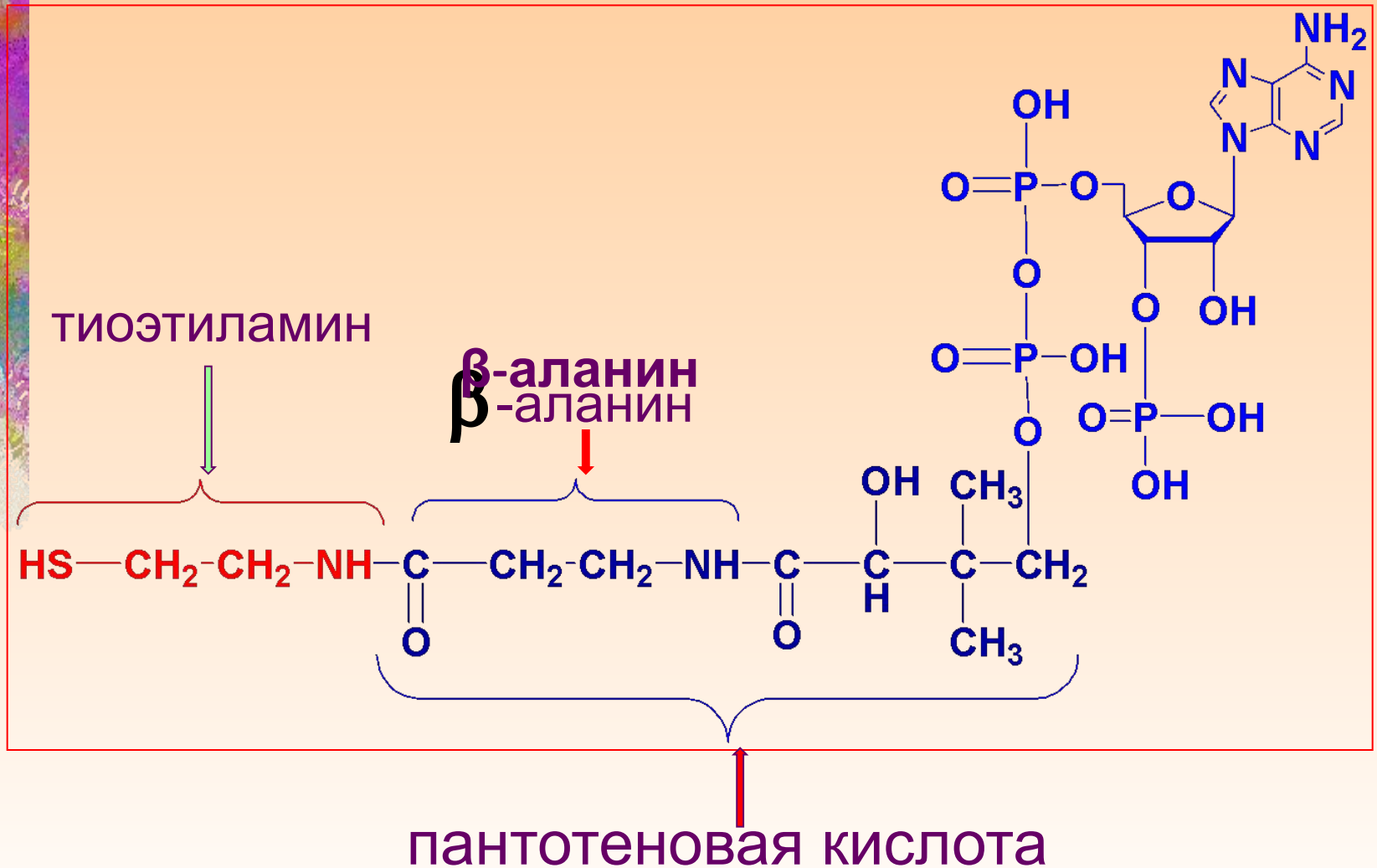
фосфолипаза A₂ **фосфолипаза C**



2. образование тио-эфиров

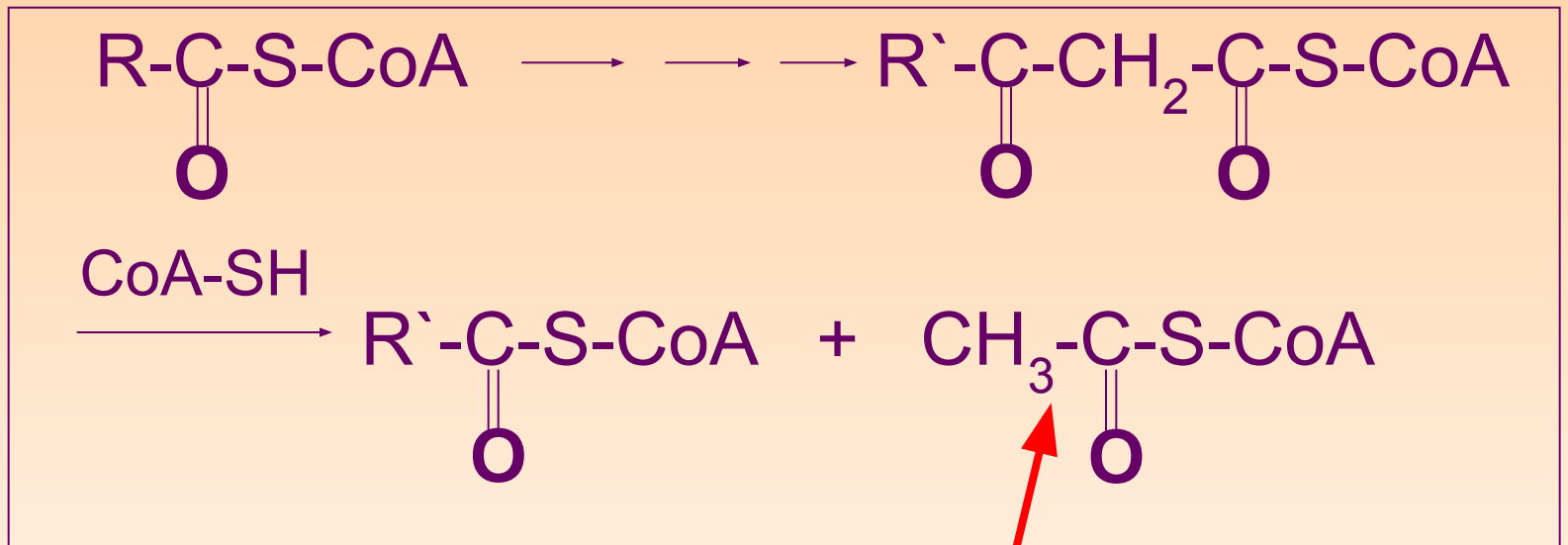


CoA- SH - кофермент А



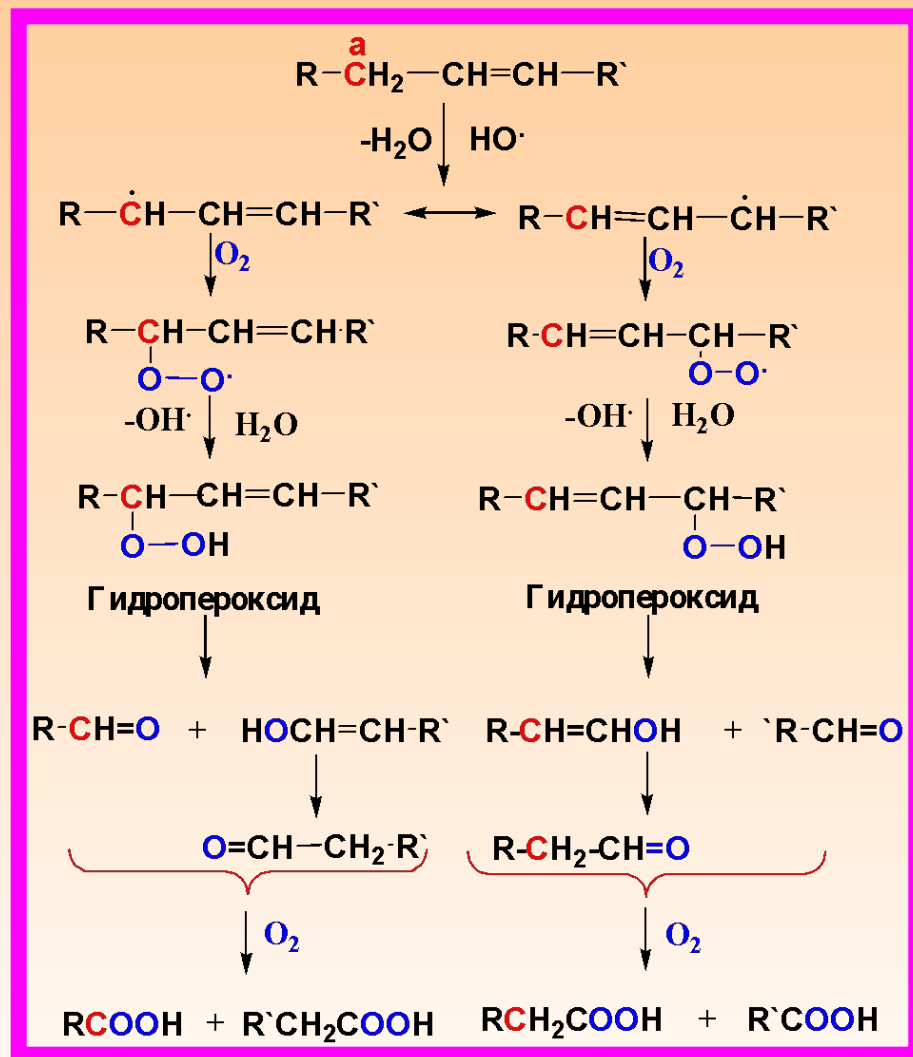
3. окисление

а. β -окисление (метаболическое)

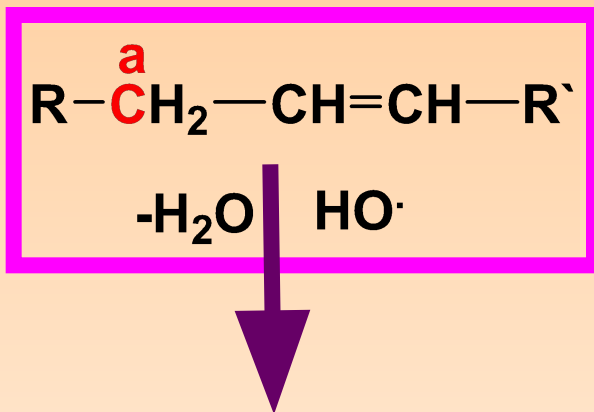


Ацетил-кофермент

б. пероксидное окисление

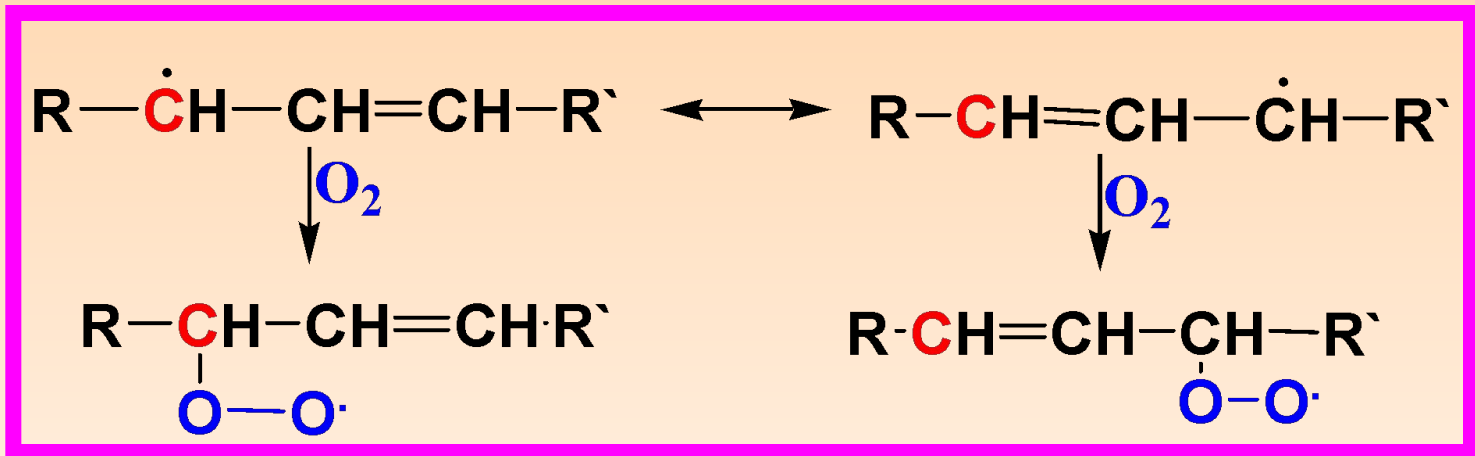


1. Отрыв атома водорода в аллильном положении

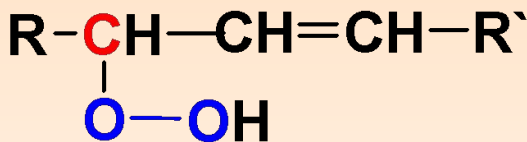
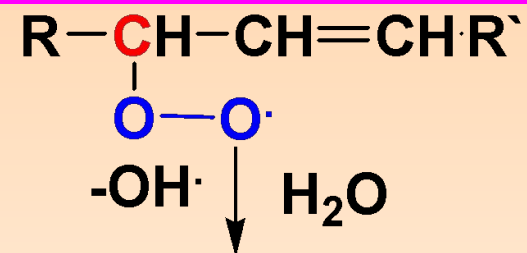


Резонансно стабилизированный *аллильный* радикал

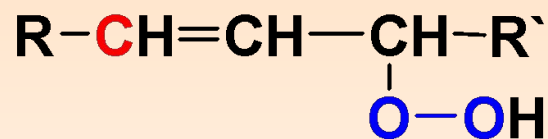
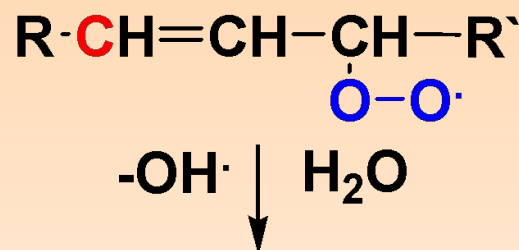
2. Образование пероксидных радикалов при участии кислорода



3. Образование гидропероксидов

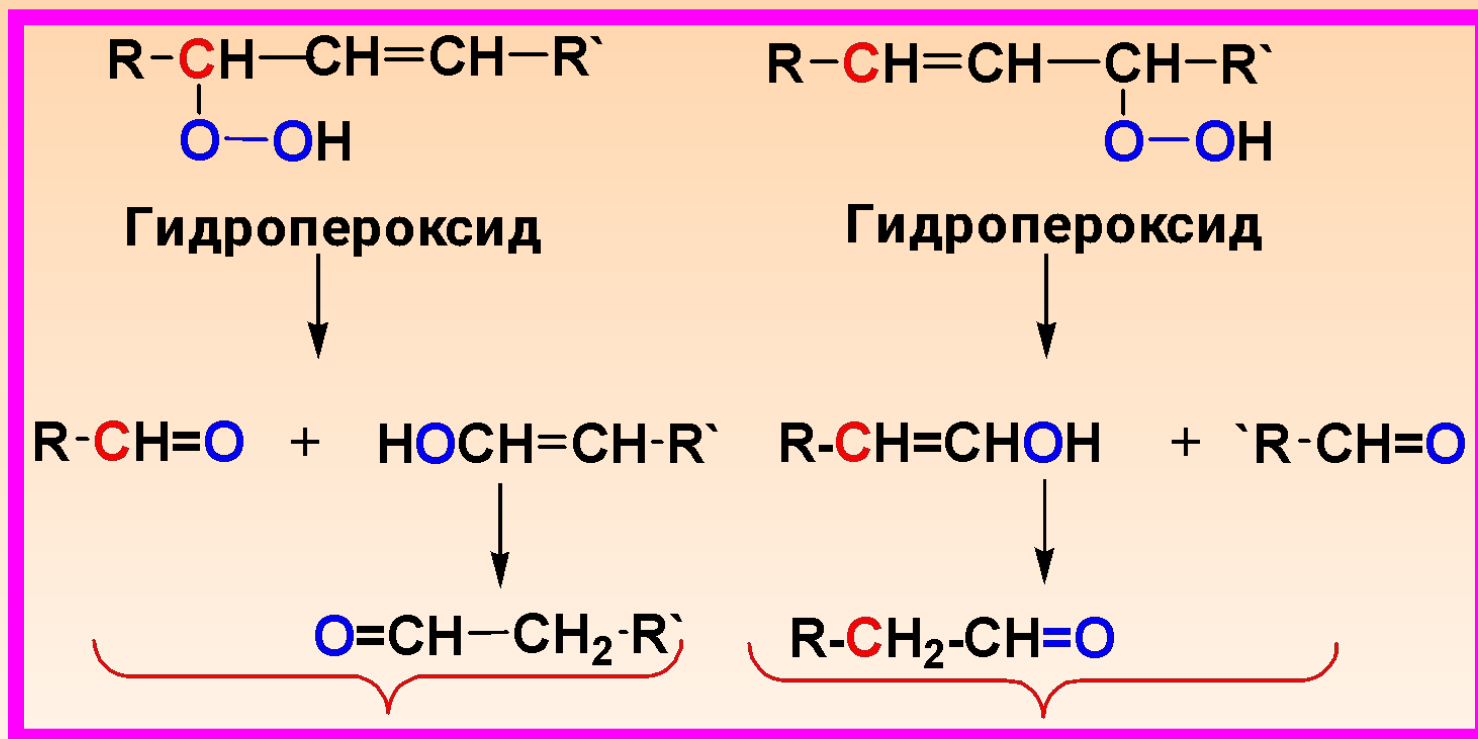


Гидропероксид

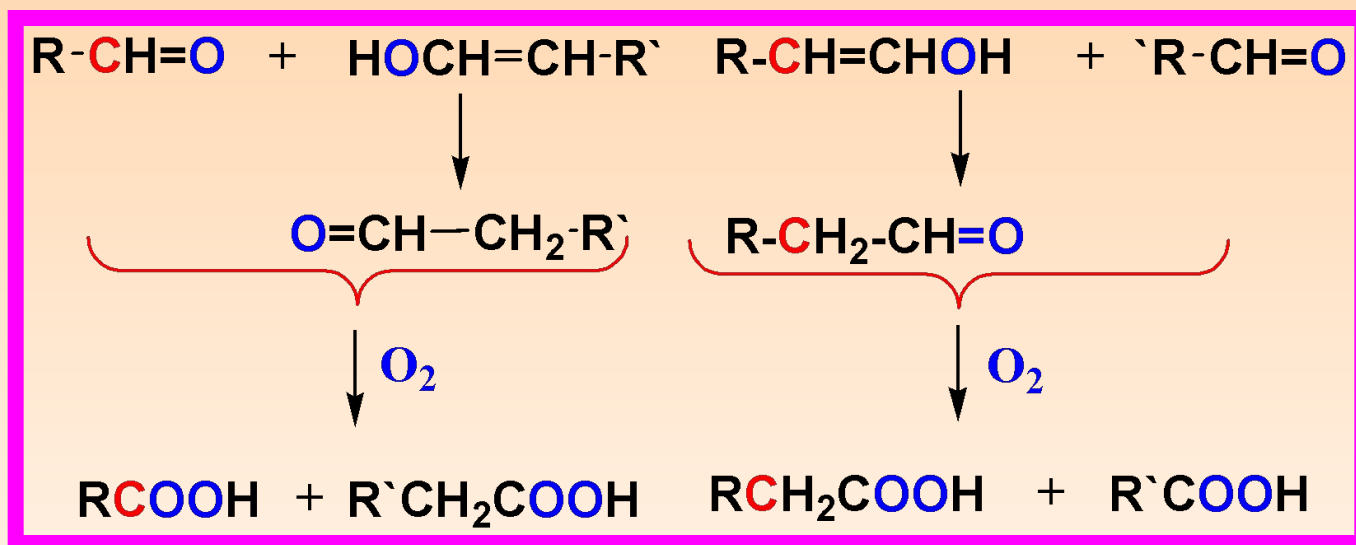


Гидропероксид

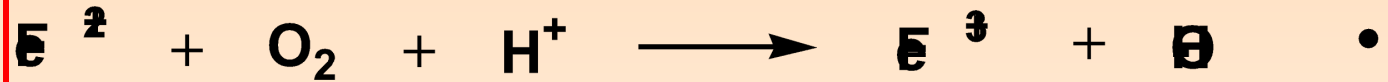
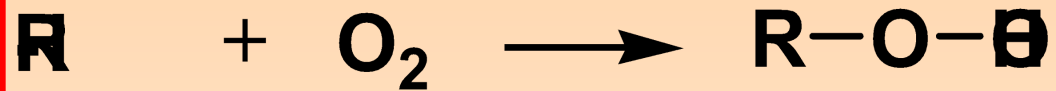
4. Расщепление гидропероксидов



5. Окончательное окисление до КК



Источники перокси-радикалов



Антиоксиданты: глутатион,
аскорбиновая кислота (вит С),
токоферол (вит Е)



Литература:

- **Румянцев Е.В. Химические основы жизни.-М.: Химия,2007,**
- **гл.7, с.250-262**