

ОБМЕН ЛИПИДОВ

1. Липиды. Определение и классификация
2. переваривание и всасывание липидов
3. Желчные кислоты, классификация, функции.
4. Всасывание продуктов переваривания липидов.
5. β -окисление жирных кислот
6. Окисление жирных кислот с нечетным количеством атомов углерода.
7. Особенности окисления ненасыщенных жирных кислот
8. Синтез жирных кислот

Липиды – сложные органические вещества, характерные для живых организмов, нерастворимые в воде, но растворимые в органических растворителях и друг в друге. В химическом отношении липиды это сборная группа органических соединений.

Большинство из них это сложные эфиры многоатомных спиртов и высших жирных кислот.

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.

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).

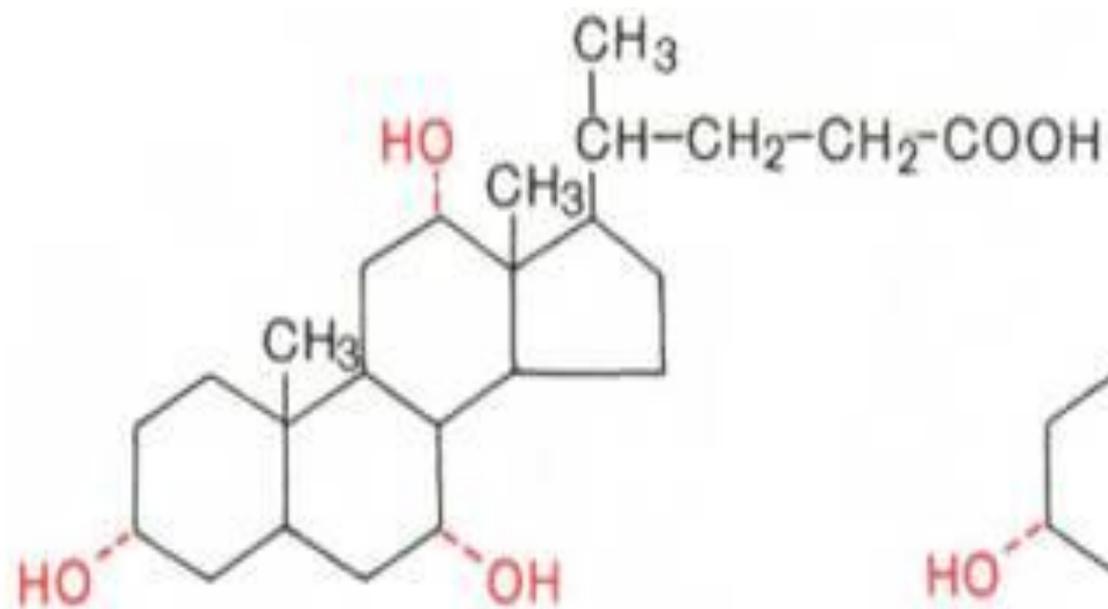
3. Стероиды

4. Другие сложные липиды: сульфоллипиды, аминолипиды. К этому классу можно отнести и липопротеины.

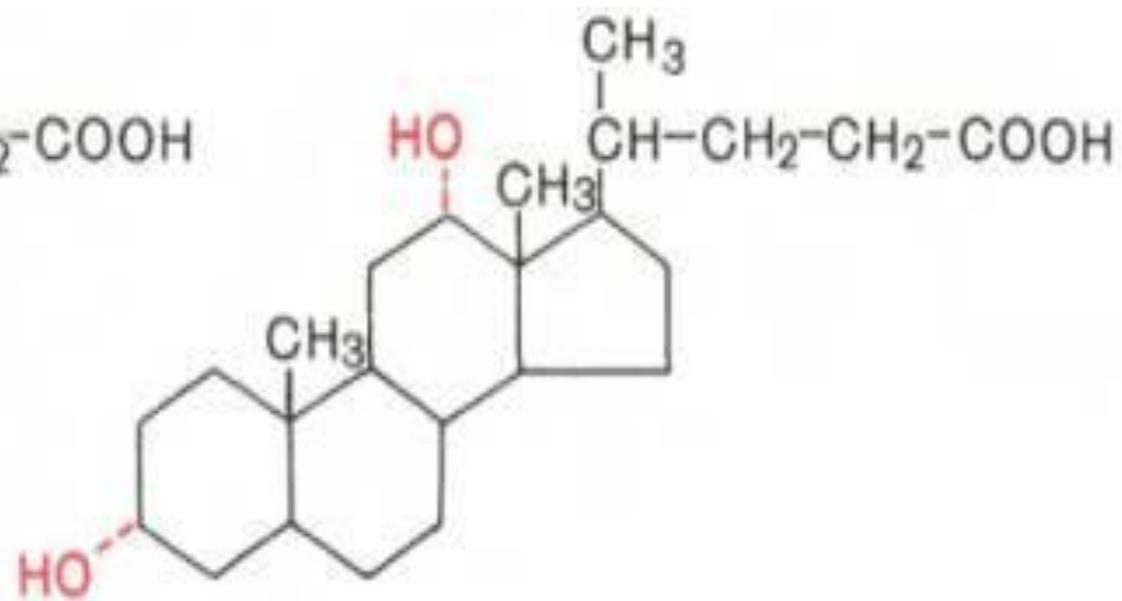
Наиболее мощное эмульгирующее действие на жиры оказывают соли желчных кислот, попадающие в двенадцатиперстную кишку с желчью в виде натриевых солей.

Желчные кислоты представляют собой основной конечный продукт метаболизма холестерина.

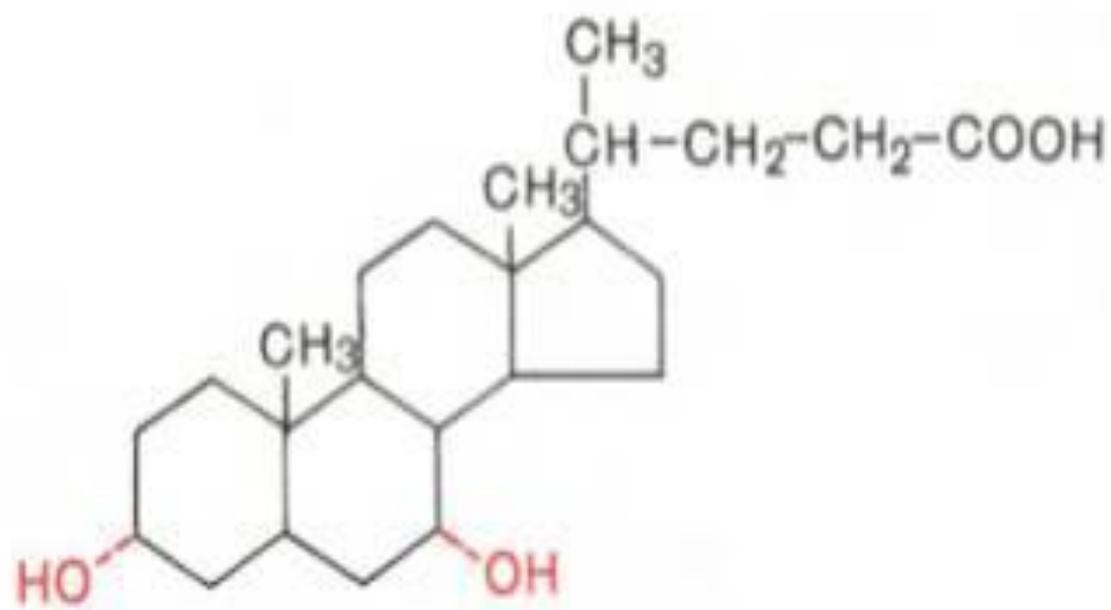
По химической природе желчные кислоты являются производными холановой кислоты:



Холевая кислота



Дезоксихолевая кислота

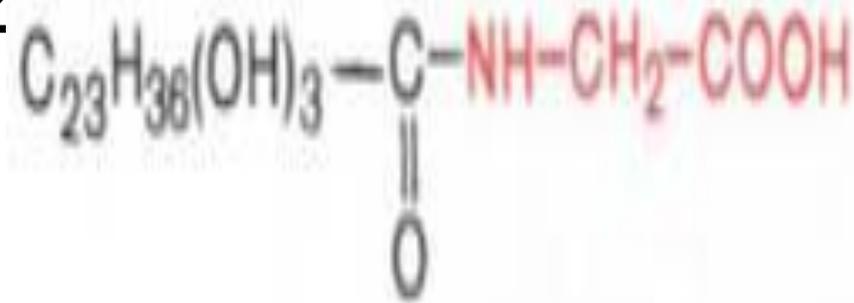


Хенодесоксихолевая кислота

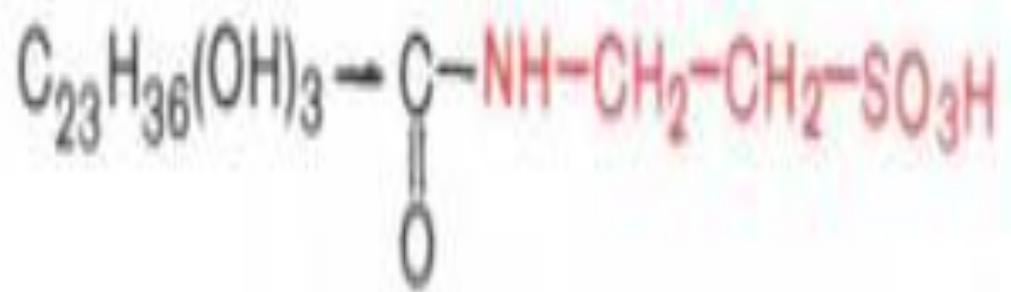
В желчи человека в основном содержатся:

1. холевая (3,7,12-триоксихолановая),
 2. дезоксихолева (3,12-диоксихолановая)
- и ее конъюгаты: 1. с глицином (гликохолевая)

2



Гликохолевая кислота



Таурохолевая кислота

Функции желчных кислот

-эмульгирующая

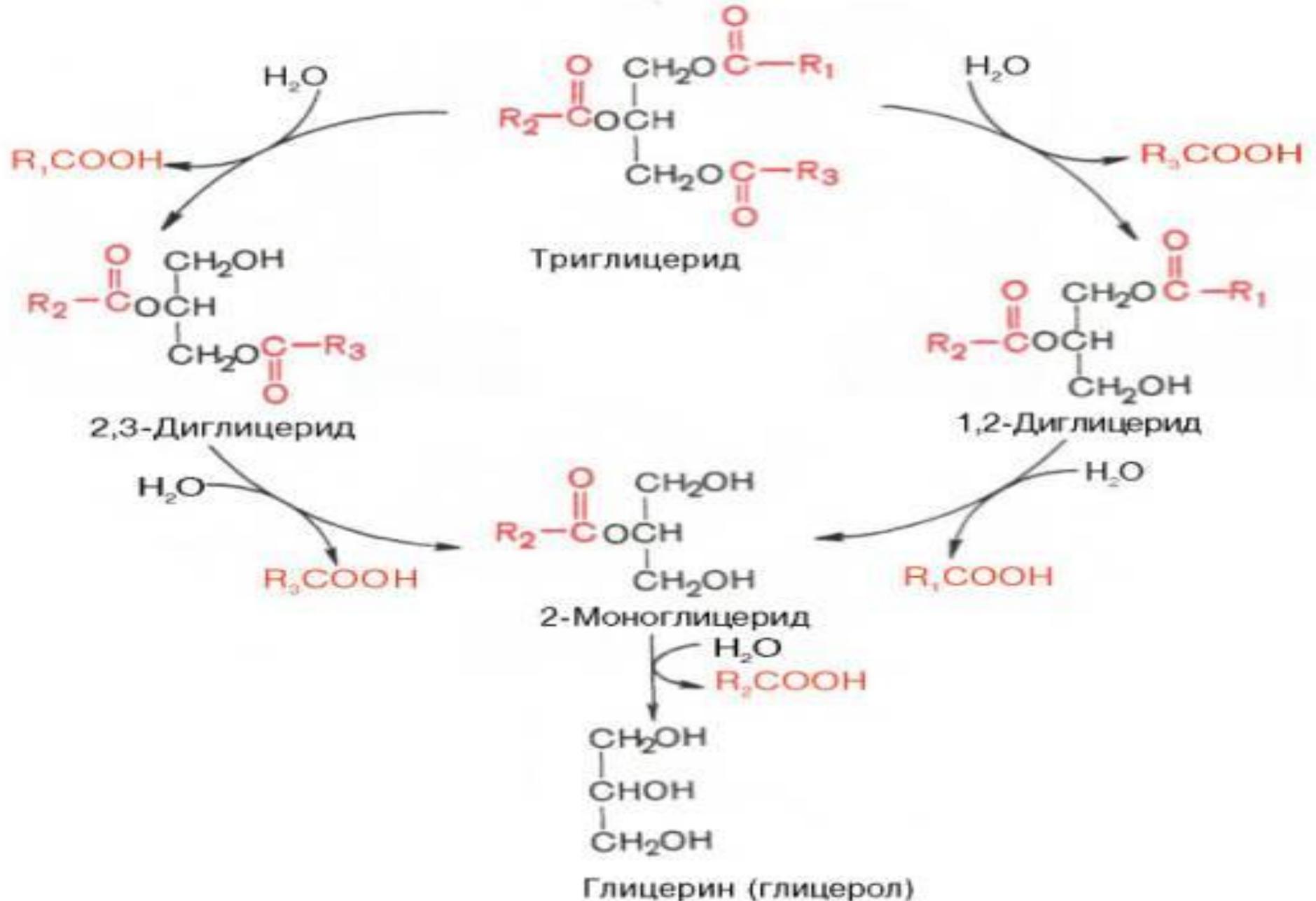
-активирование липолитических ферментов

-транспортная, так как, образуя комплекс с жирной кислотой помогают их всасыванию в кишечнике.

Основная масса пищевых глицеридов подвергается расщеплению в верхних отделах тонкой кишки при действии липазы панкреатического сока.

Превращение пролипазы в активную липазу

Схема гидролиза триглицеридов при участии панкреатической липазы:



Всасывание триглицеридов и продуктов их расщепления

Всасывание происходит в проксимальной части тонкой кишки.

Жирные кислоты с короткой углеродной цепью (менее 10 атомов углерода) и глицерин, будучи хорошо растворимыми в воде, свободно всасываются в кишечнике и поступают в кровь воротной вены, оттуда в печень, минуя какие-либо превращения в кишечной стенке.

Жирные кислоты с длинной цепью и моноглицериды в просвете кишечника образуют с этими соединениями устойчивые в водной среде мицеллы. Мицеллы примерно в 100 раз меньше самых мелких эмульгированных жировых капель. В составе мицелл высшие жирные кислоты и моноглицериды переносятся от места гидролиза жиров к всасывающей поверхности кишечного эпителия.

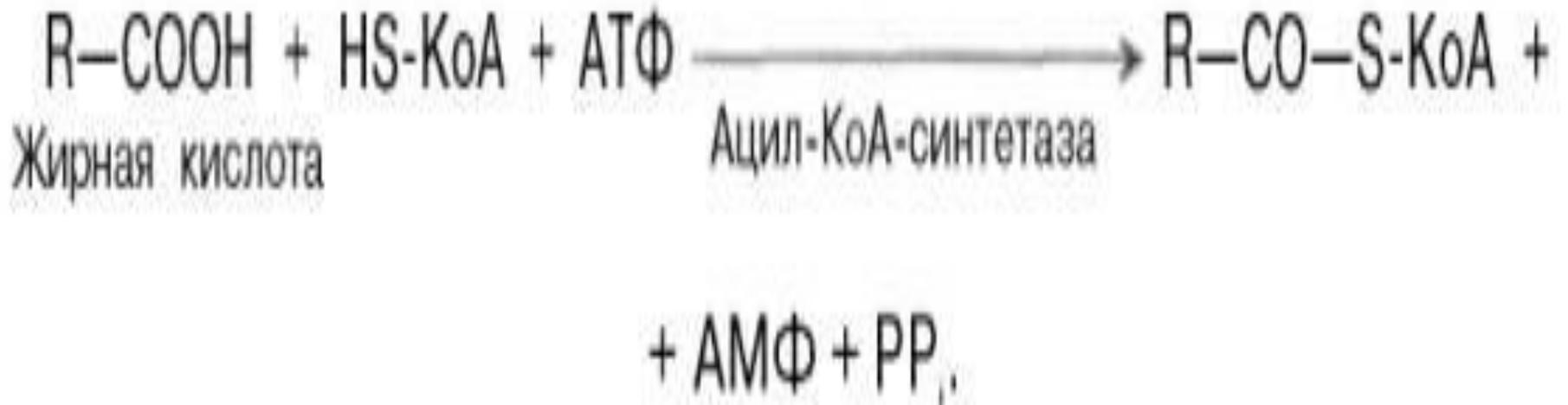
Происходит постоянная циркуляция желчных кислот между печенью и кишечником. Этот процесс получил название печеночно-кишечной (гепатоэнтеральной) циркуляции.

β-окисление жирных кислот

Происходит в печени.

1 ЭТАП Активация жирных кислот

Предварительно жирные кислоты активируются в цитоплазме клетки (эндергонический процесс) т.е. процесс протекающий с повышением свободной энергии системы, требующий для своего осуществления приток энергии извне.



В результате образуется R-ацил-CoA, являющийся активной формой жирной кислоты.

2 ЭТАП Транспорт ЖК

Мембрана митохондрий не проницаема для коэнзимная формы жирной кислоты, ее транспорт в митохондрии осуществляется с помощью карнитина.



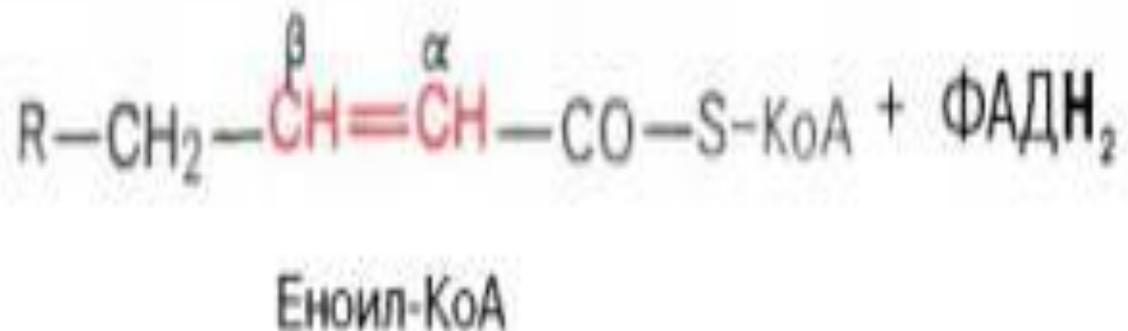
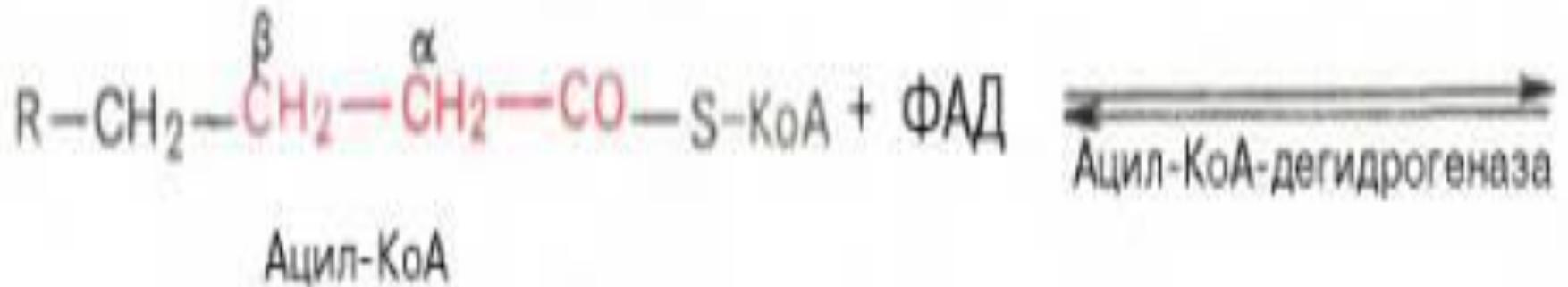
Реакция протекает при участии специфического цитоплазматического фермента карнитин-ацилтрансферазы.

После прохождения ацилкарнитина через мембрану митохондрий происходит обратная реакция – расщепление ацилкарнитина при участии HS-CoA и митохондриальной карнитин-ацилтрансферазы

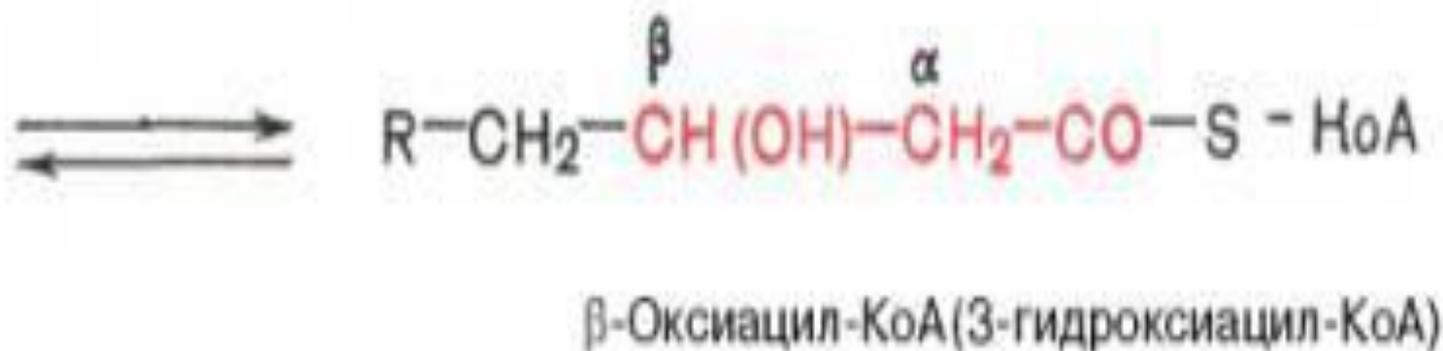
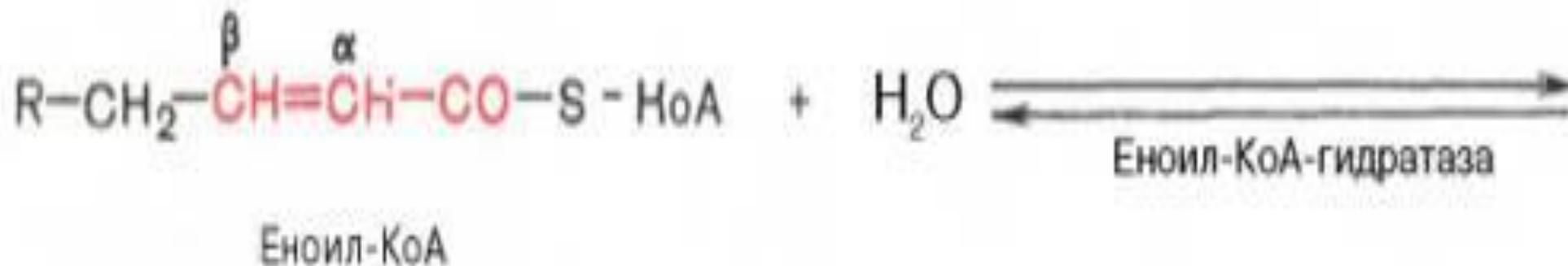
3 ЭТАП Внутримитохондриальное окисление жирных кислот

Процесс окисления жирной кислоты в митохондриях клетки включает несколько последовательных ферментативных реакций.

1 стадия - 1.дегидрирование

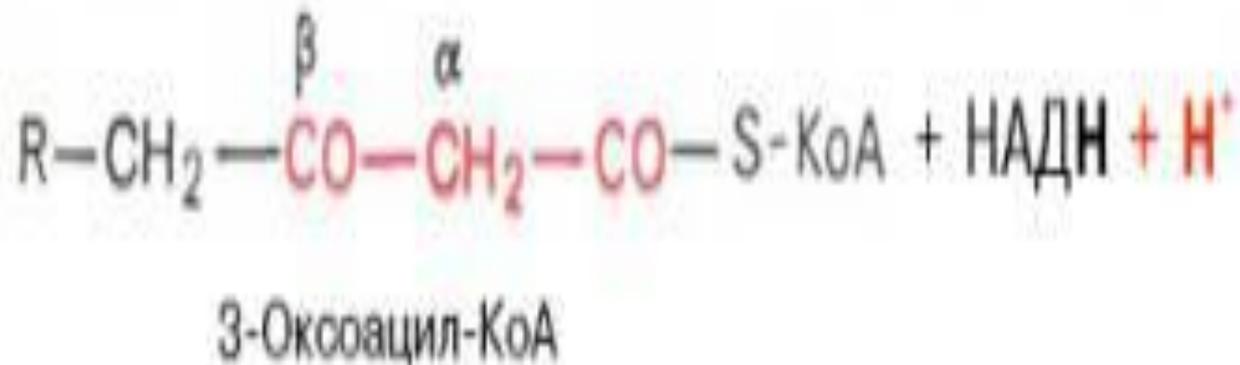
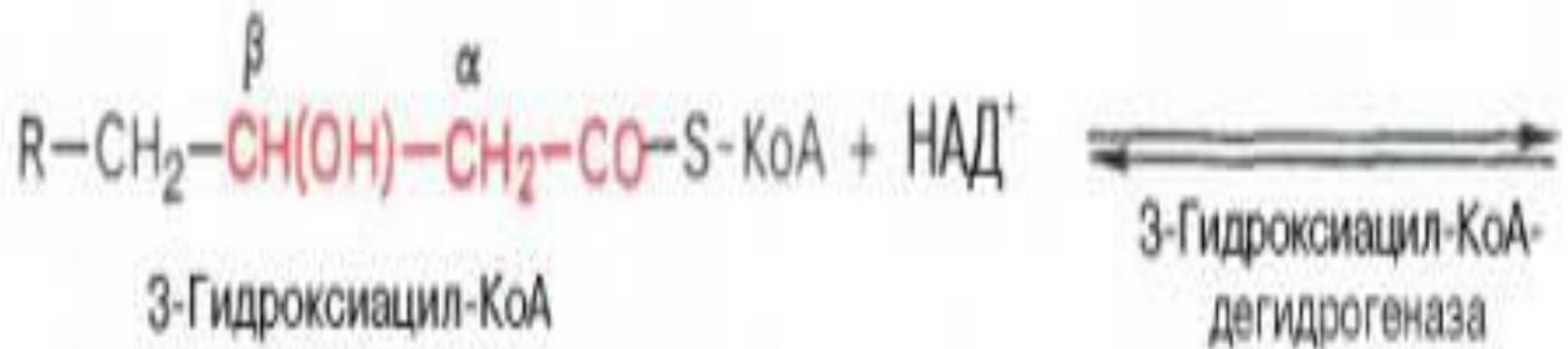


2. Гидратация



2 стадия

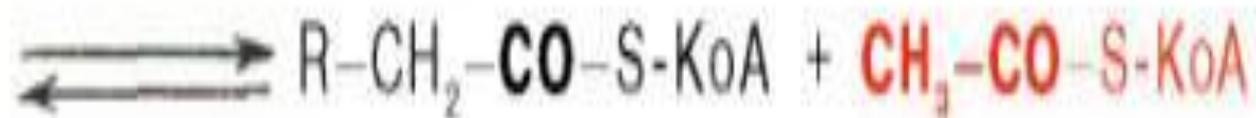
3. Дегидрирование



4. Тиолазная реакция



β-Кетоацил-КоА (3-оксоацил-КоА)



Ацил-КоА

Ацетил-КоА

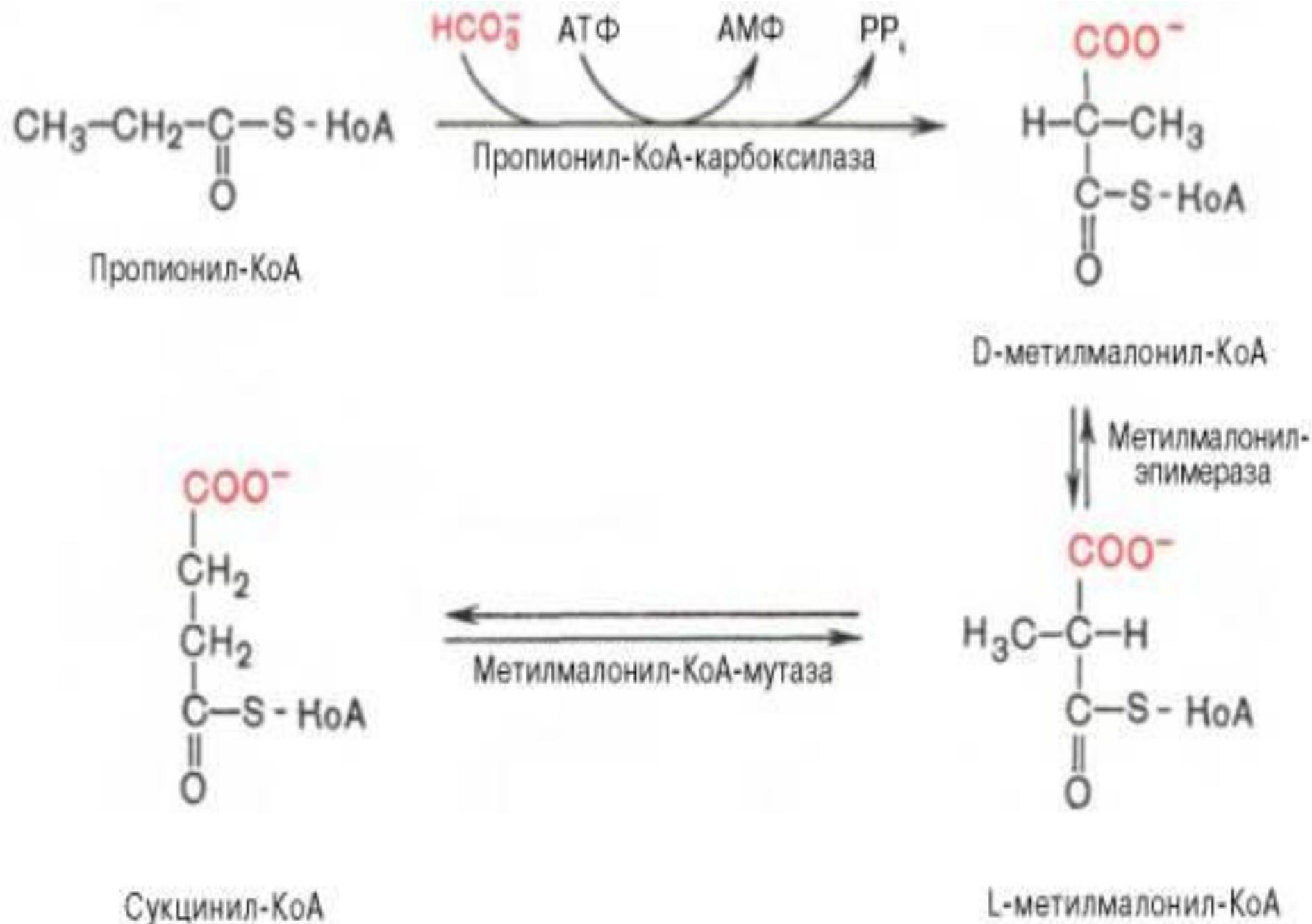
Образовавшийся ацетил-КоА подвергается окислению в цикле трикарбоновых кислот, а ацил-КоА, укоротившийся на два углеродных атома, снова многократно проходит весь путь β -окисления вплоть до образования бутирил-КоА (4-углеродное соединение), который в свою очередь окисляется до 2 молекул ацетил-КоА

Окисление жирных кислот с нечетным количеством атомов углерода

Жирные кислоты с нечетным числом углеродных атомов окисляются таким же образом, как и жирные кислоты с четным числом углеродных атомов, с той лишь разницей, что на последнем этапе расщепления (β -окисления) образуется одна молекула пропионил-КоА и одна молекула ацетил-КоА, а не 2 молекулы ацетил-КоА.

Активированный пропионил-КоА – включается в цикл трикарбоновых кислот после превращения в сукцинил-КоА.

Активированный трехуглеродный фрагмент – пропионил-КоА – включается в цикл трикарбоновых кислот после превращения в сукцинил-КоА.

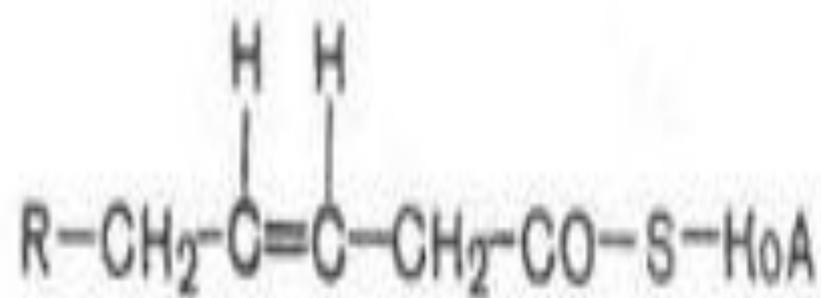


Особенности окисления ненасыщенных жирных кислот

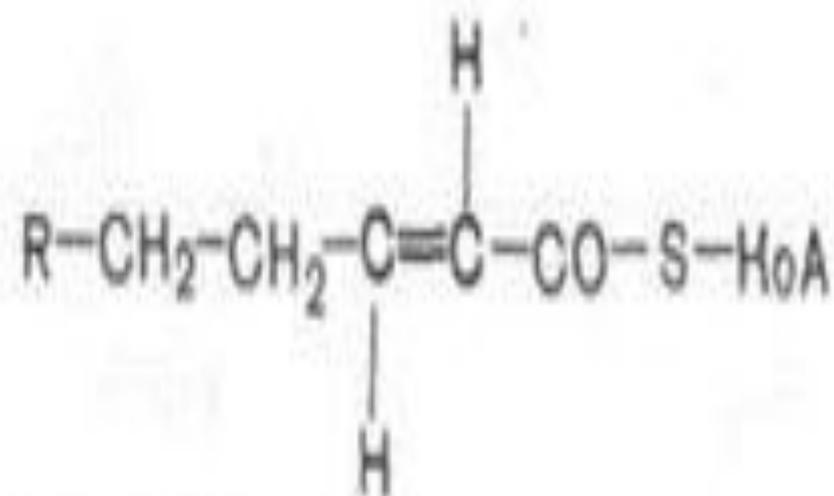
До двойных связей окисление ненасыщенных жирных кислот происходит так же, как окисление насыщенных ЖК.

Если двойные связи имеют ту же конформацию, что в еноил-КоА (транс), то окисление идет обычным путем.

Если же конфигурация ненасыщенных ЖК «цис», то в реакции действует дополнительный фермент Δ 3,4-цис- Δ 2,3-трансеноилизомераза, который перемещает двойную связь из положения 3–4 в положение 2–3 и из цис в транс положение.



$\Delta^{3,4}$ -цис-Еноил-НоА



$\Delta^{2,3}$ -транс-Еноил-НоА

