



Кафедра биологической и общей химии

Строение и переваривание липидов. Классификация и роль жирных кислот.

Нутриомика. Липофильных соединений. Бета-окисление жирных кислот.

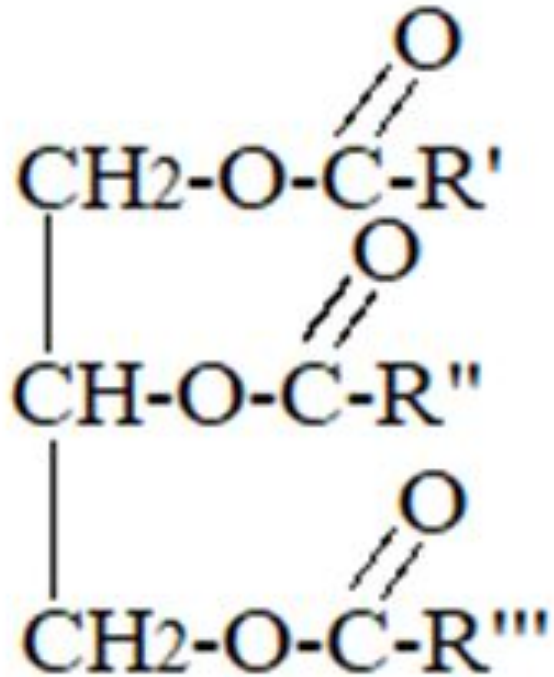
ЛИПИДЫ

- Липиды- гидрофобные соединения клеток и тканей, которые могут быть экстрагированы неполярными органическими растворителями.
- 1 класс: ТГ триглицериды = 3-ацилглицериды = жиры
- 2 класс: глицерофосфолипиды
- 3 класс: сфинголипиды



- 4 класс: холестерол и его сложные эфиры
- 5 класс: ВЖК (C6-C22)

ТРИАЦИЛГЛИЦЕРИДЫ

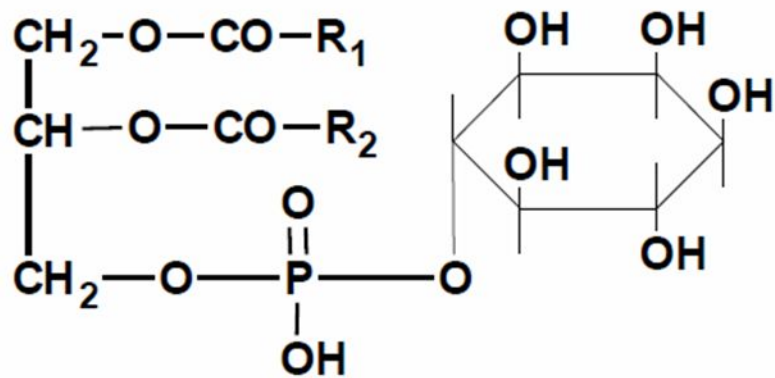


Роль ацилглицеридов в организме:

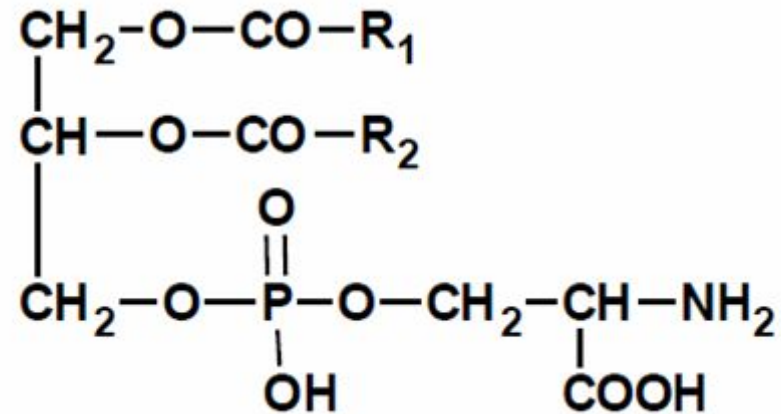
- 1) Основная: Резервная или запасающая в состав мембран не входят в отличие от запасов гликогена – нет, поэтому ожирение
- 2) Механическая
- 3) Терморегуляторная
- 4) МАГ – амфифильные вещества (ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ОБМЕНЕ ацилглицеридов)
- 5) ДАГ – ВТОРИЧНЫЕ МЕССЕНДЖЕРЫ

Структура глицерофосфолипидов

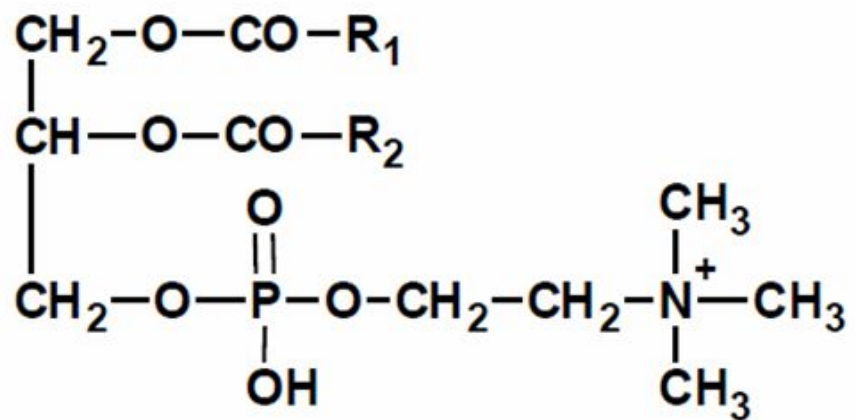
- Глицерин + фосфорная группа + аминокислота



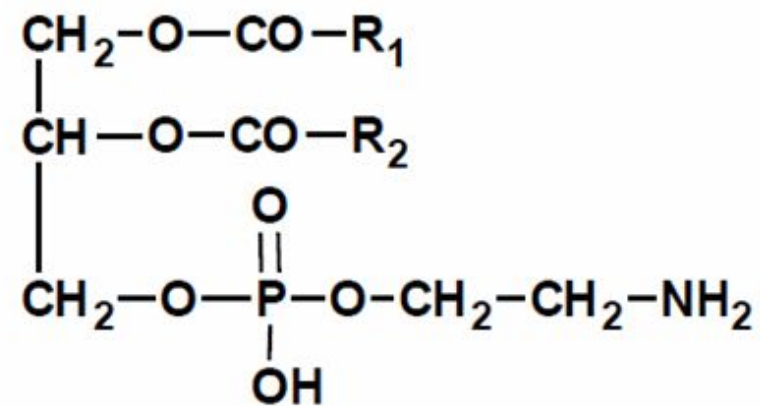
Фосфатидилинозит
ол



Фосфатидилсер
ин

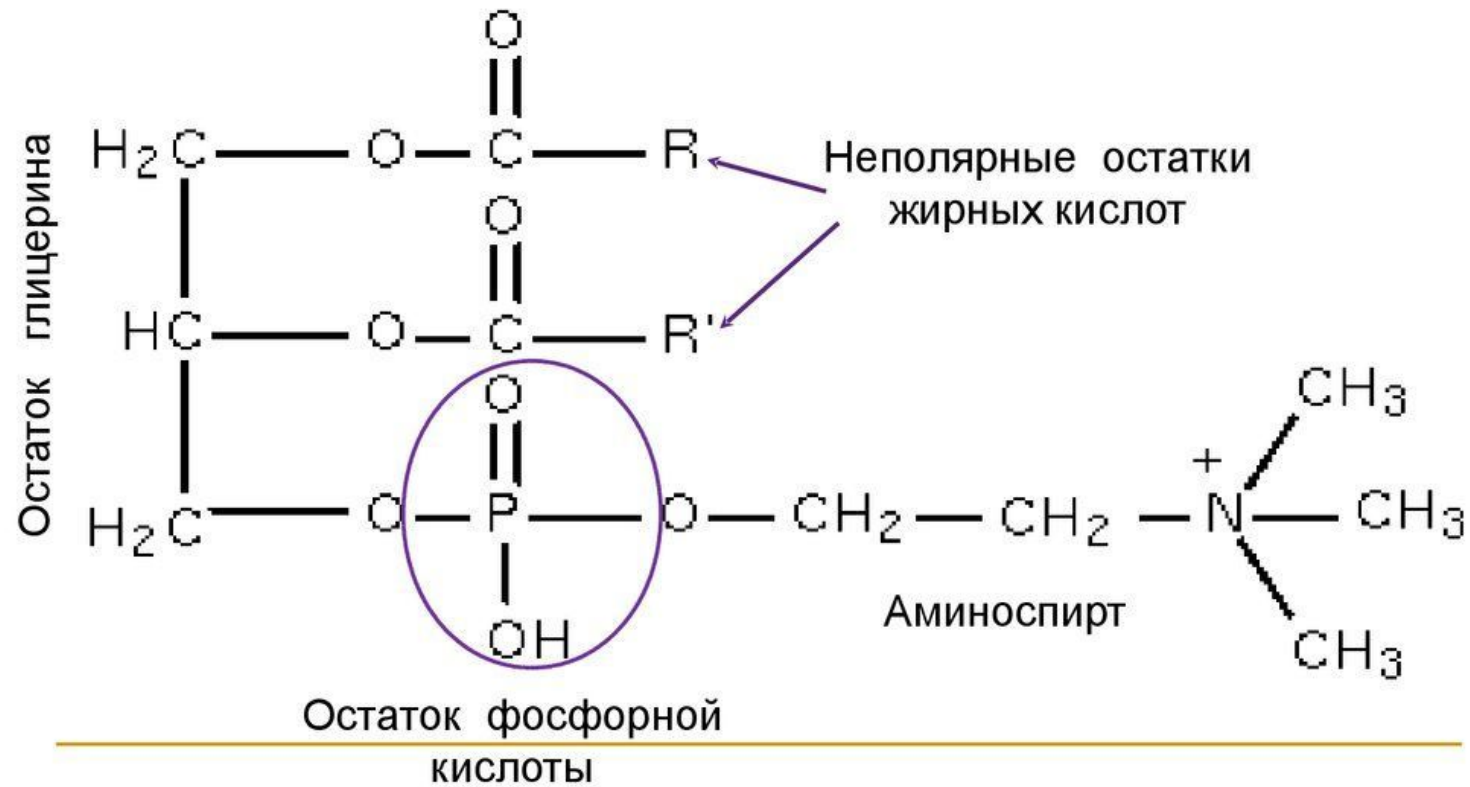


Фосфатидилхол
ин

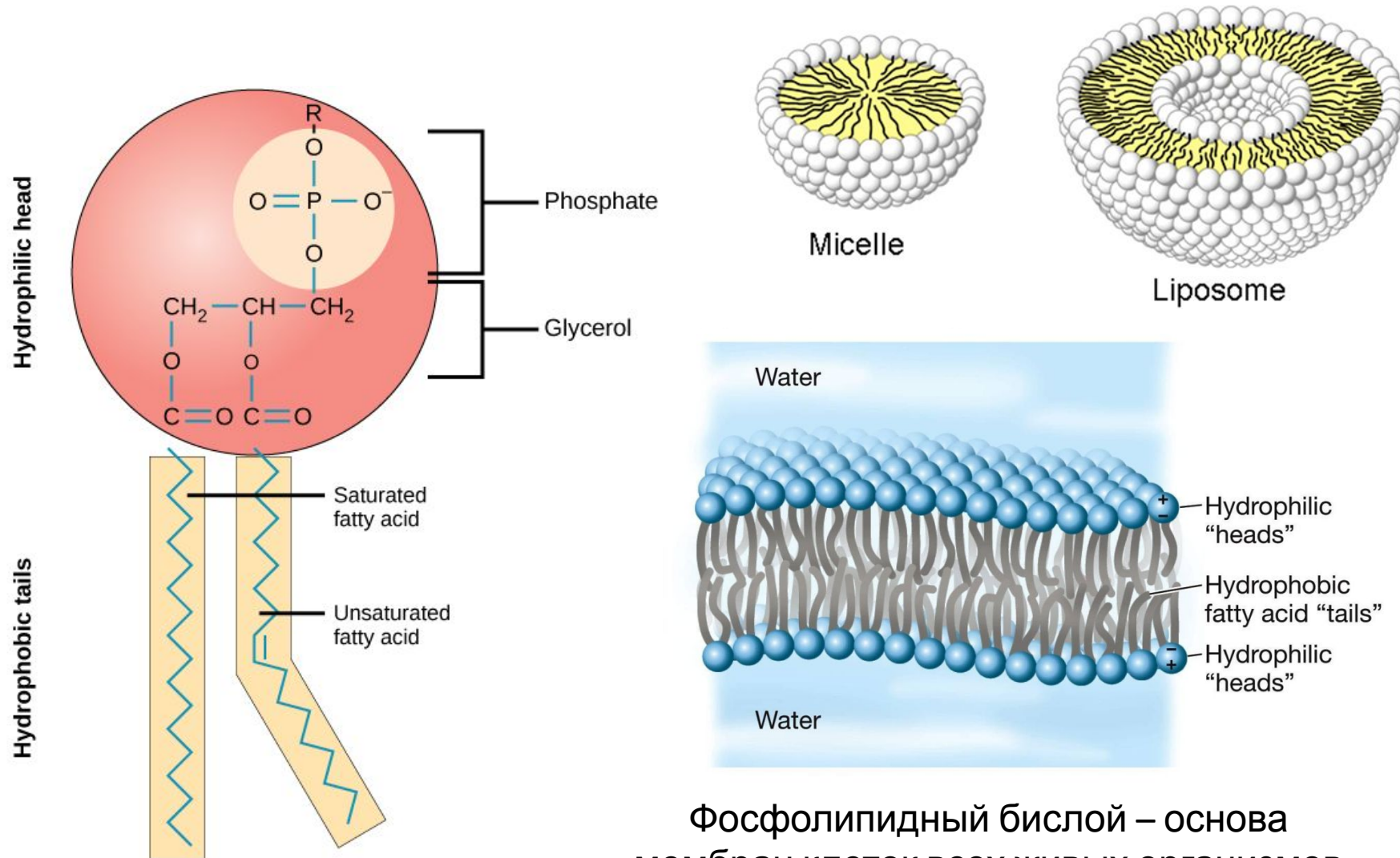


Фосфатидилэтанолам
ин

Фосфатидилхолин (лецитин)



Функции фосфолипидов



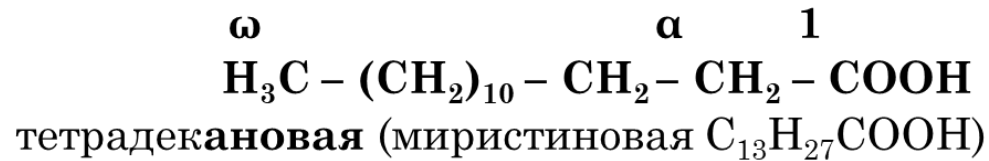
Фосфолипидный бислой – основа мембран клеток всех живых организмов

ФЛ	Основа клеточных мембран Многие обладают свойствами БАВ
Фосфатидилхолин (лецитин)	Составляет ~50% суммы всех ФЛ клетки. Формирование, развитие и функционирование ЦНС, репарация, один из основных материалов печени, транспортное средство питательных веществ, витаминов и лекарств, антиоксидант, антиатерогенный фактор. Дипальмитиллецитин – составляющая сурфактанта легких
Фосфатидилэтаноламин (кефалин)	Предшественник в синтезе фосфатидилхолина
Фосфатидилсерин	Дифференцировка нейронов, регенерация, синтез и секреция нейромедиаторов, проведение нервного импульса
Фосфатидилинозитол	Фосфатидилинозитолдифосфат - предшественник вторичных посредников трансмембранной передачи сигнала (ДАГ + ИФ₃)
Лизофосфолипиды	Лизолецитин - продукт отщепления от лецитина одной молекулы жирной кислоты во втором положении. Наибольшее количество отмечается в крови и надпочечниках. Регулирует проницаемость биологических мембран, сосудов, вызывает гемолиз эритроцитов, снижает чувствительность сердца к ацетилхолину.

Фосфатидная кислота	Промежуточное соединение в синтезе ТАГ и ФЛ
Фосфатидилглицеролы	Кардиолипин (дифосфатидилглицерол) участвует в процессах тканевого дыхания и окислительного фосфорилирования
Плазмалогены	В структурном отношении родственны фосфатидилэтаноламину, но в положении С1 имеют простую эфирную связь, образованную альдегидом ЖК. Участвуют в клеточном обмене полиненасыщенных ЖК
Сфингомиелин	Содержит холин. Высокое содержание в нервной ткани
Гликолипиды	Внешняя поверхность ЦПМ, межклеточные взаимодействия, рецепторы, определяют группу крови (AB0). Высокое содержание в нервной ткани

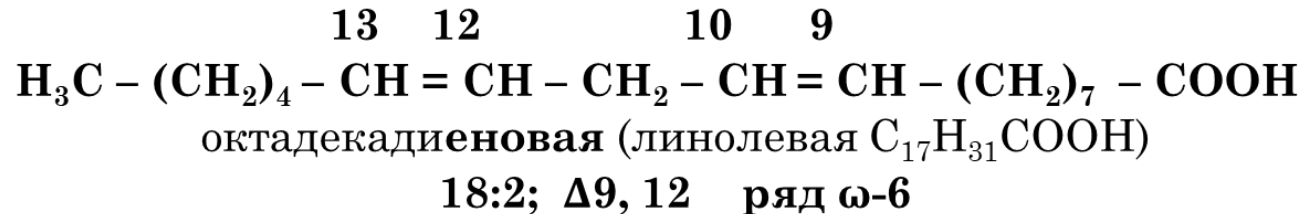
Высшие жирные кислоты

Насыщенные: $C_n H_{2n+1} COOH$



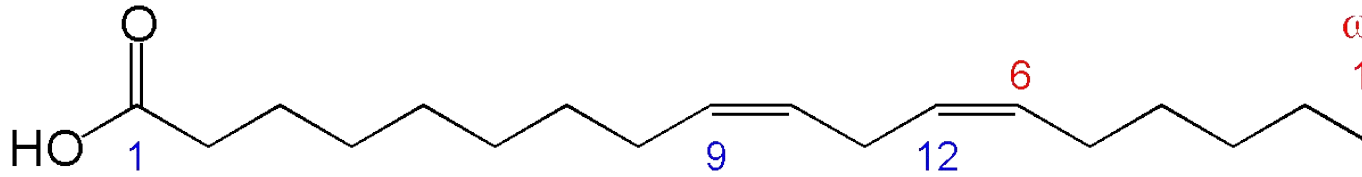
Ненасыщенные: $C_n H_{(2n+1)-2m} COOH$

m – количество двойных связей (моно-, полиеновые)

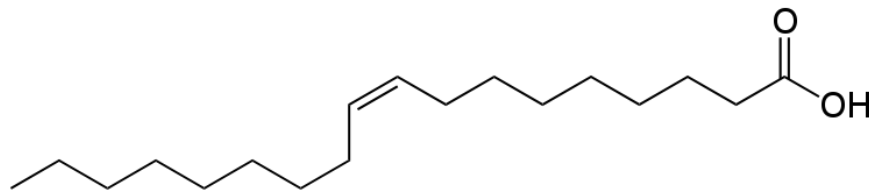
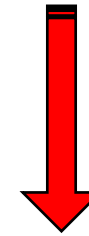


- в природных жирах – четное число атомов C (12 – 24)
- природные полиеновые ЖК имеют цис-конфигурацию

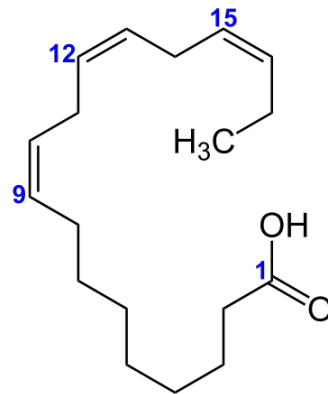
Ненасыщенные жирные кислоты



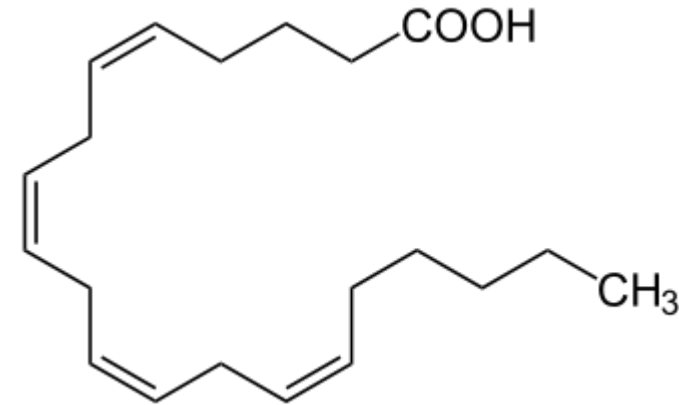
Линолевая кислота (C₁₇H₃₁COOH)



Олеиновая кислота (C₁₈H₃₄O₂)

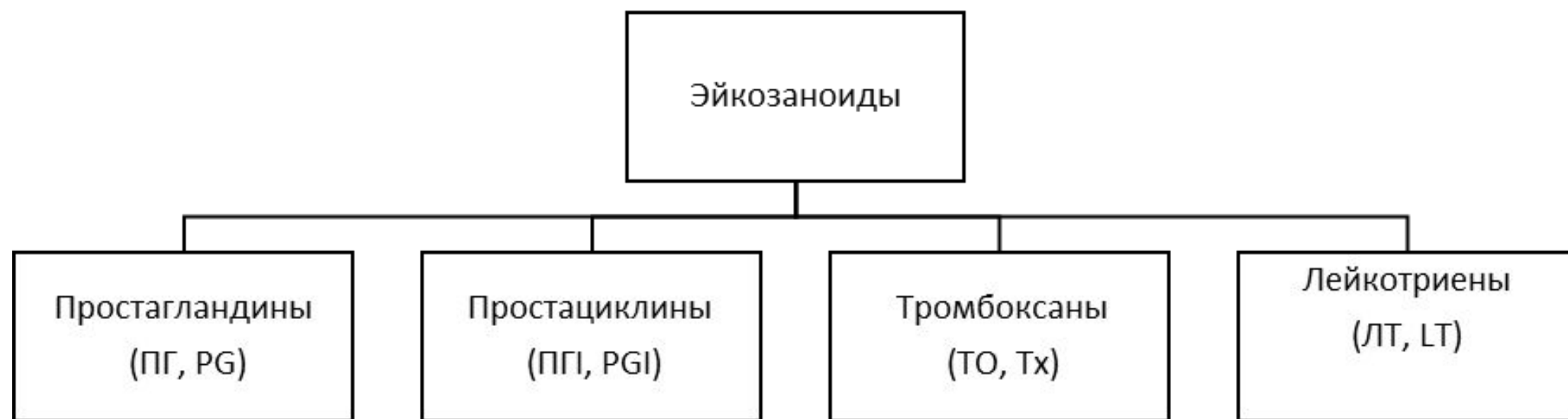


Леноленовая кислота (C₁₈H₃₀O₂)



Арахидоновая кислота (C₂₀H₃₂O₂)

ЖК	Число атомов углерода, число и положение двойных связей	Распространение Содержание в жировой ткани, % Биологическая роль
пальмитоолеиновая	16:1; Δ9 ω-7	почти во всех жирах, 5%
олеиновая	18:1; Δ9 ω-9	почти во всех жирах, 46%
линолевая	18:2; Δ9,12 ω-6	растительные масла, 10%, незаменимая ЖК (вит. F)
α-линоленовая	18:3; Δ9,12,15 ω-3	растительные масла (льняное), незаменимая ЖК (витамин F)
арахидоновая (эйкозотетраеновая)	20:4; Δ5,8,11,14 ω-6	растительные масла (арахисовое), условно незаменимая ЖК (синтез из линолевой и γ-линоленовой), предшественник эйкозаноидов
тимнодоновая (эйкозопентаеновая)	20:5; Δ5,8,11,14,17 ω-3	рыбий жир, эффективный антитромботический фактор



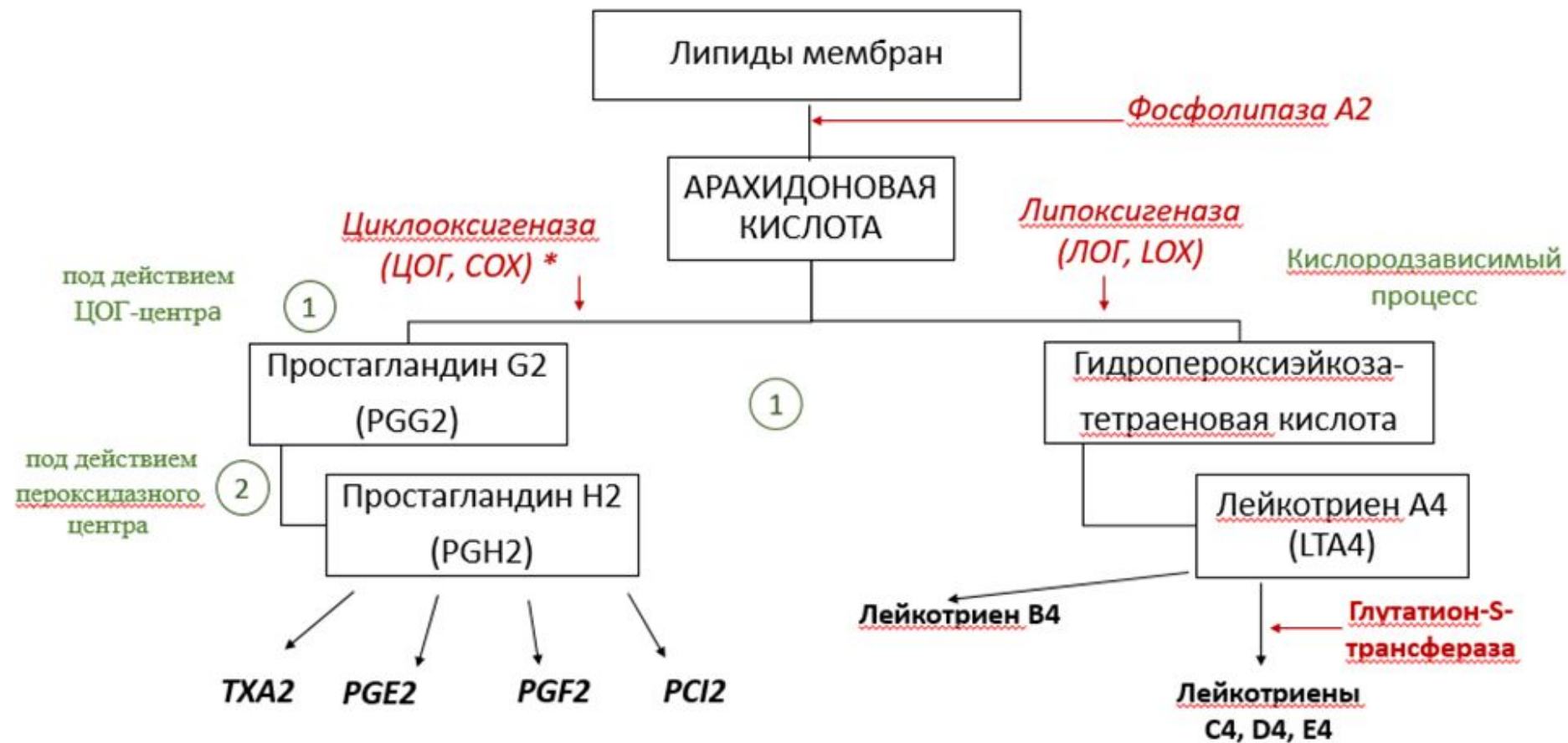
ПГЕ2 две двойные связи

ПГЕ3 три двойные связи

} Противоположные эффекты

Образование (на примере арахидоновой кислоты)

Эйкозапентаеновая антагонист арахидоновой

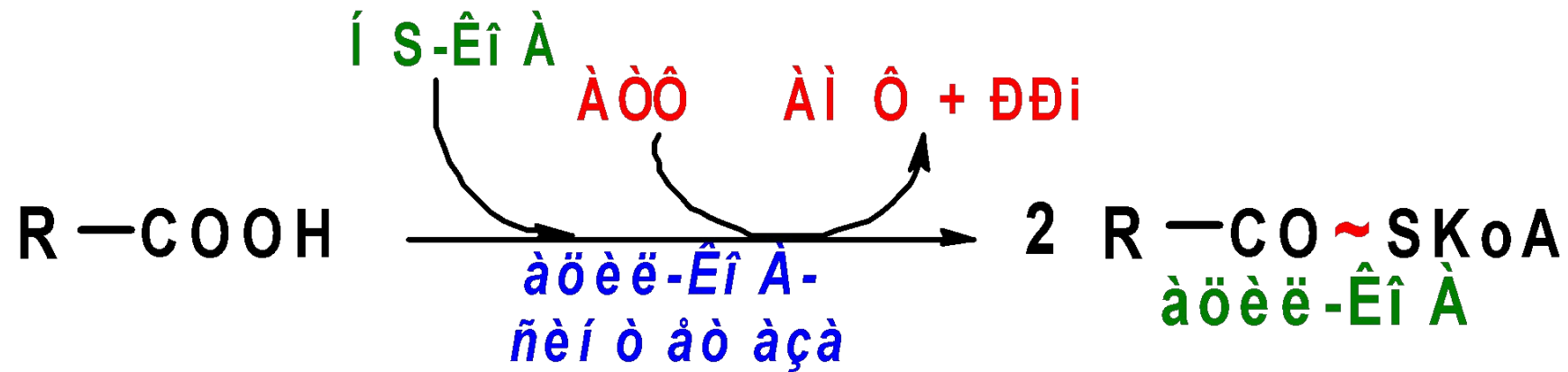


*Фермент циклооксигеназа (ЦОГ, COX) имеет два активных центра: циклооксигеназный (1) и пероксидазный (2)

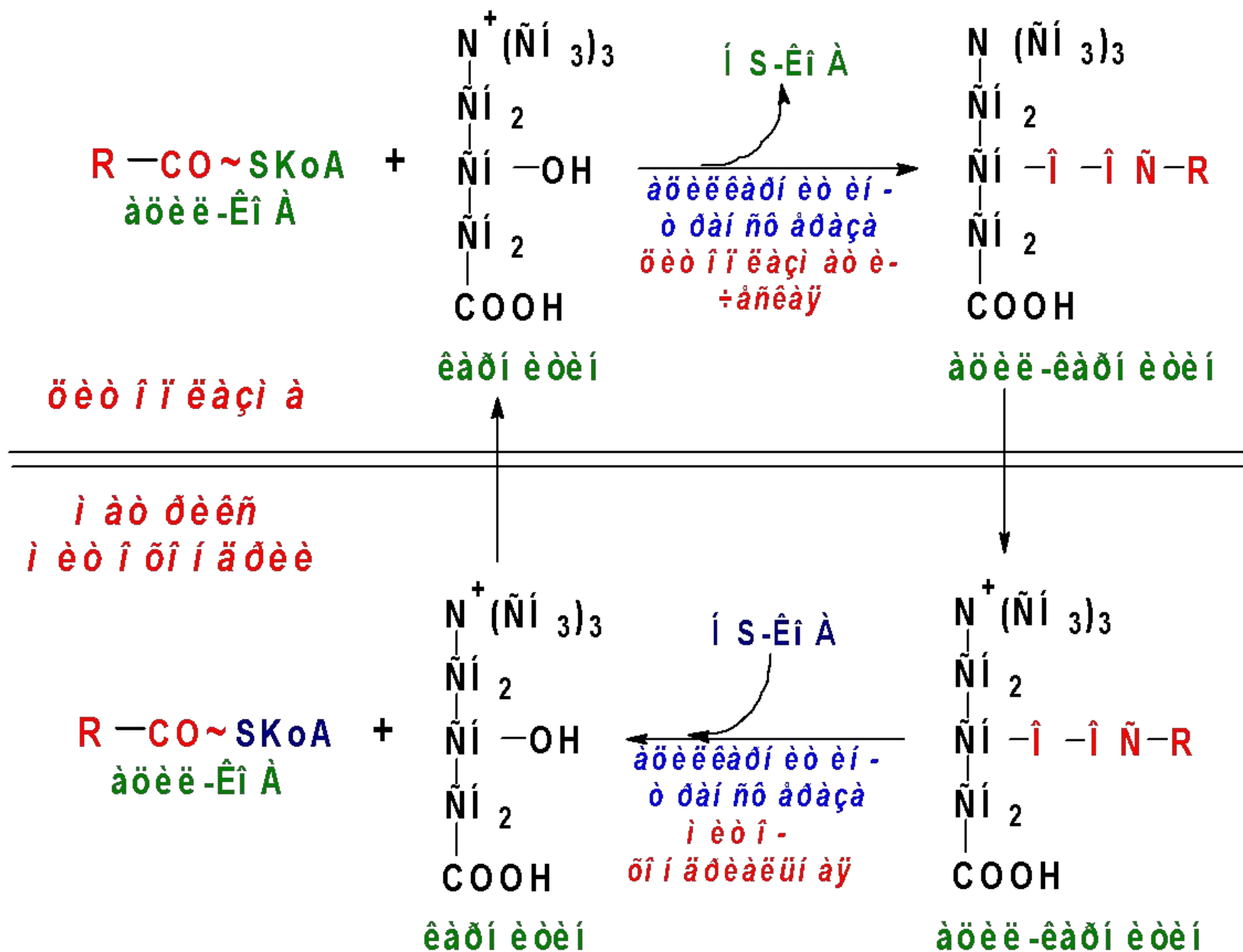
Синтез эйкозаноидов из омега-6 и омега-3 жирных кислот



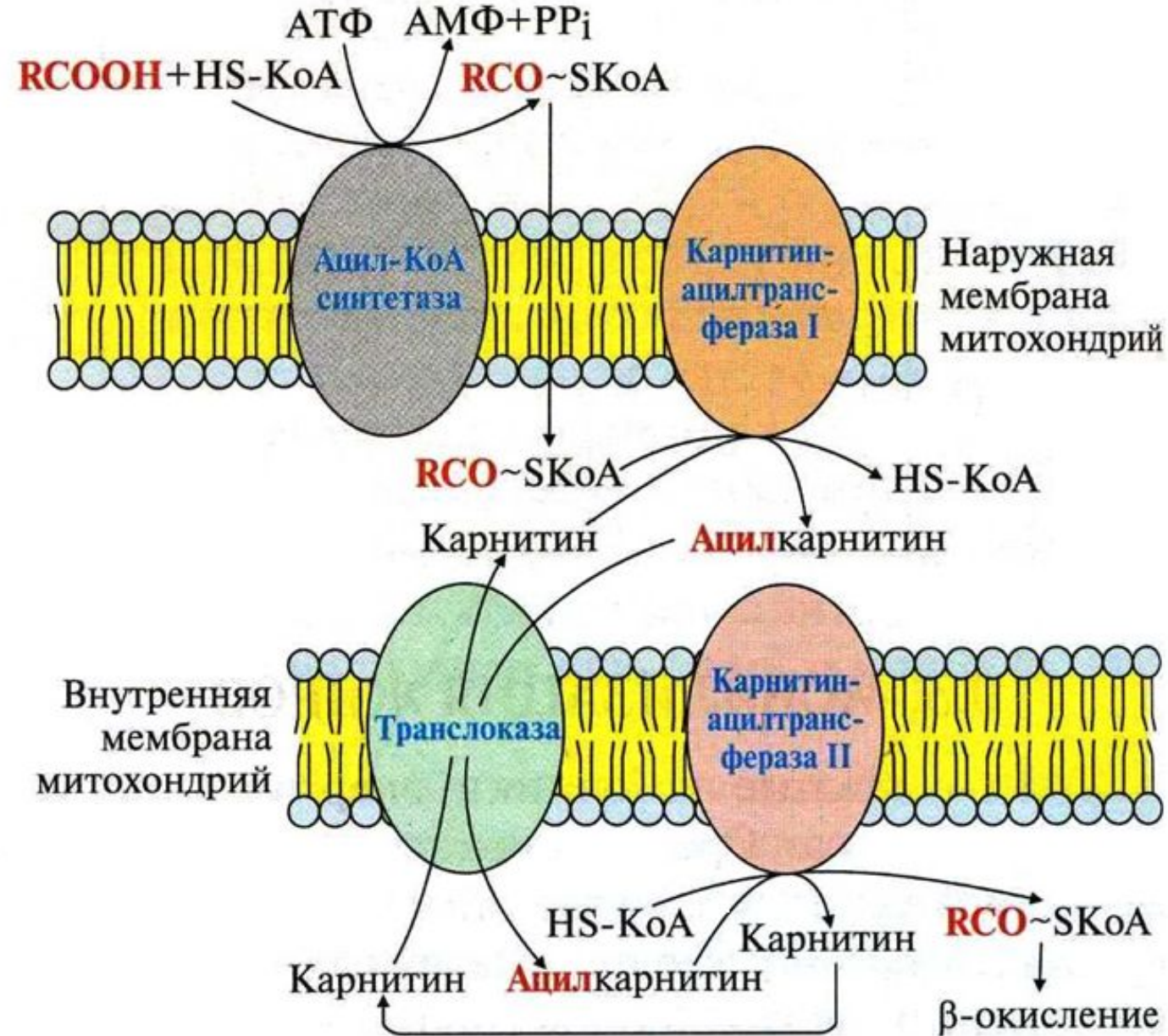
Активация жирных кислот



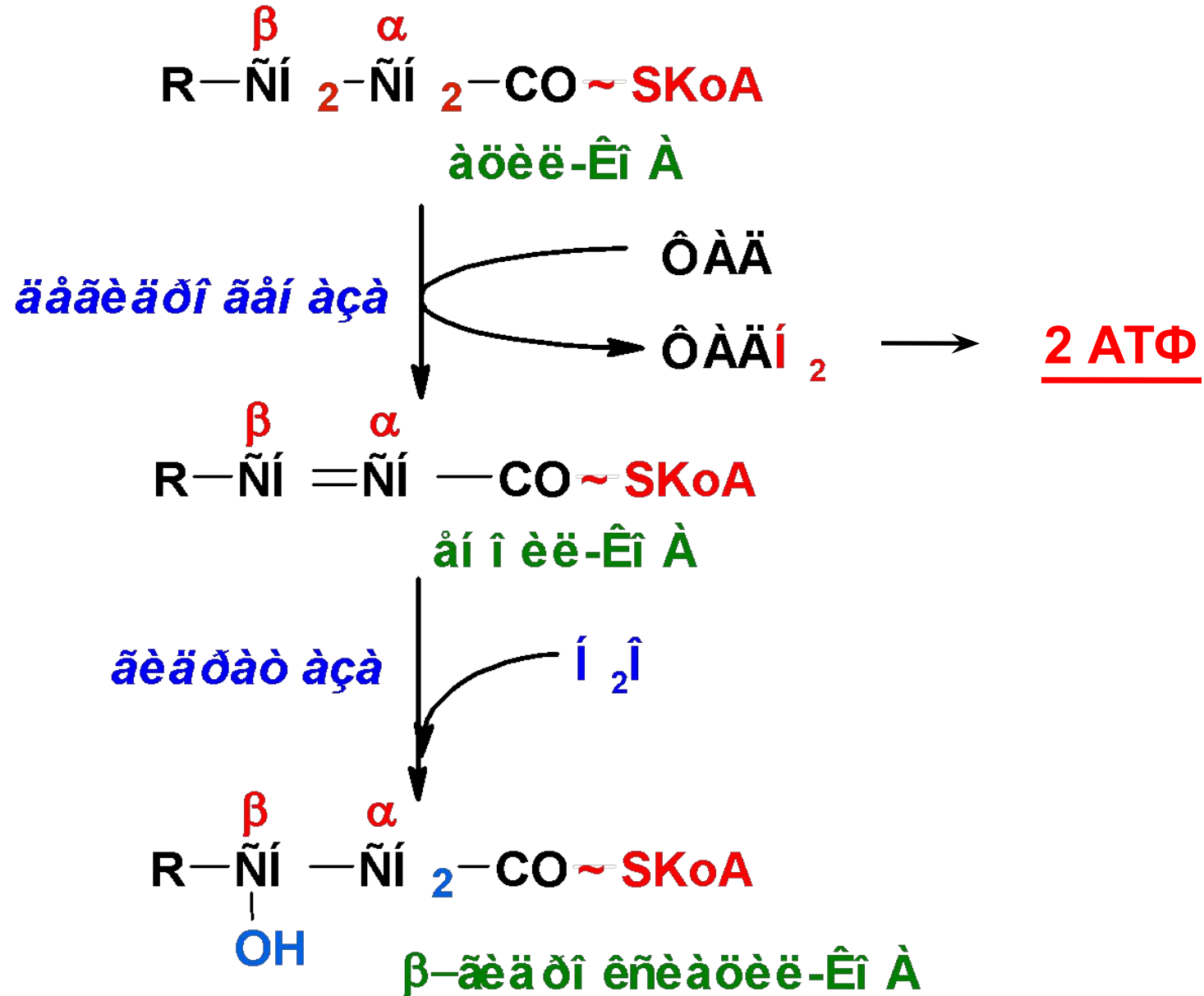
ТРАНСПОРТ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МИТОХОНДРИИ

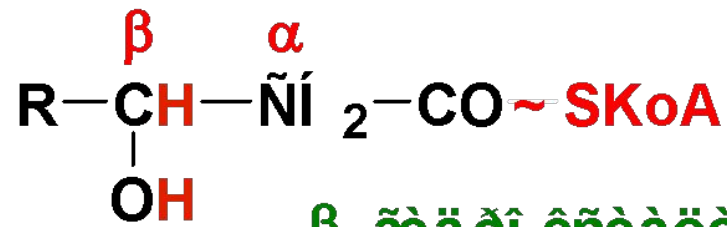


Транспорт жирных кислот в МИТОХОНДРИИ



β-ОКИСЛЕНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ





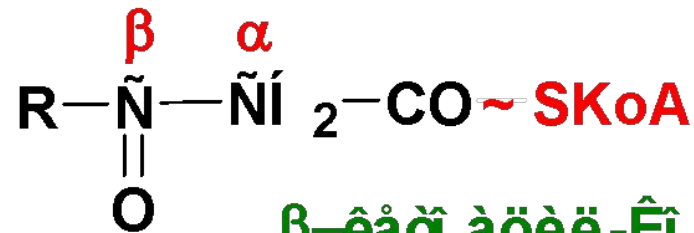
β -окисление

гидролиз

H^+

$\text{H}^+ + \text{H}^+ \rightarrow$

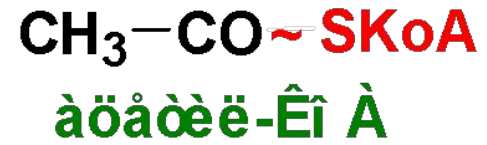
3 АТФ



β -окисление

гидролиз

S-KoA

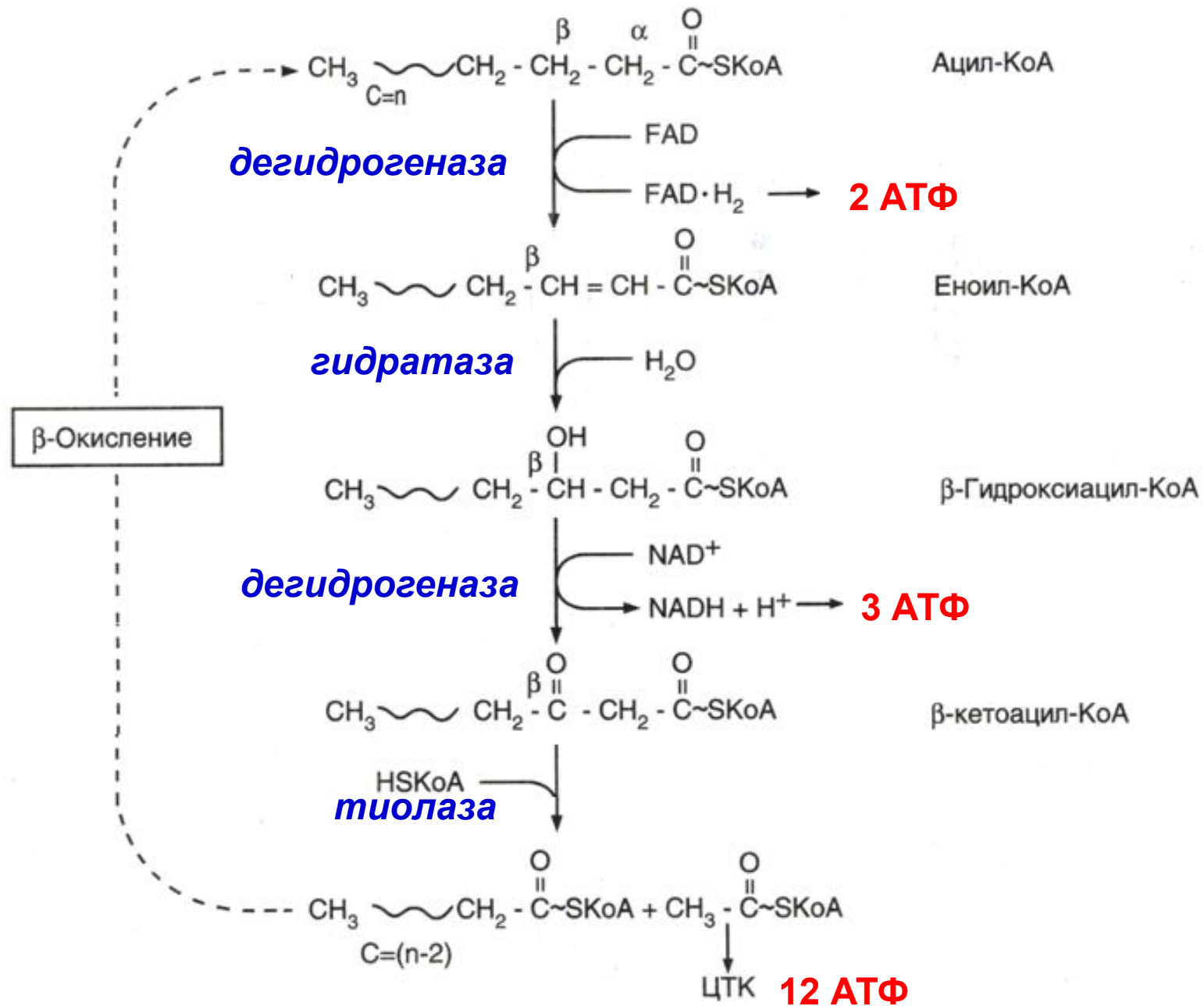


ЦТК

12 АТФ

следующий цикл β -окисления

ОБЩАЯ СХЕМА ЦИКЛА β -ОКИСЛЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ВЫХОД β -ОКИСЛЕНИЯ

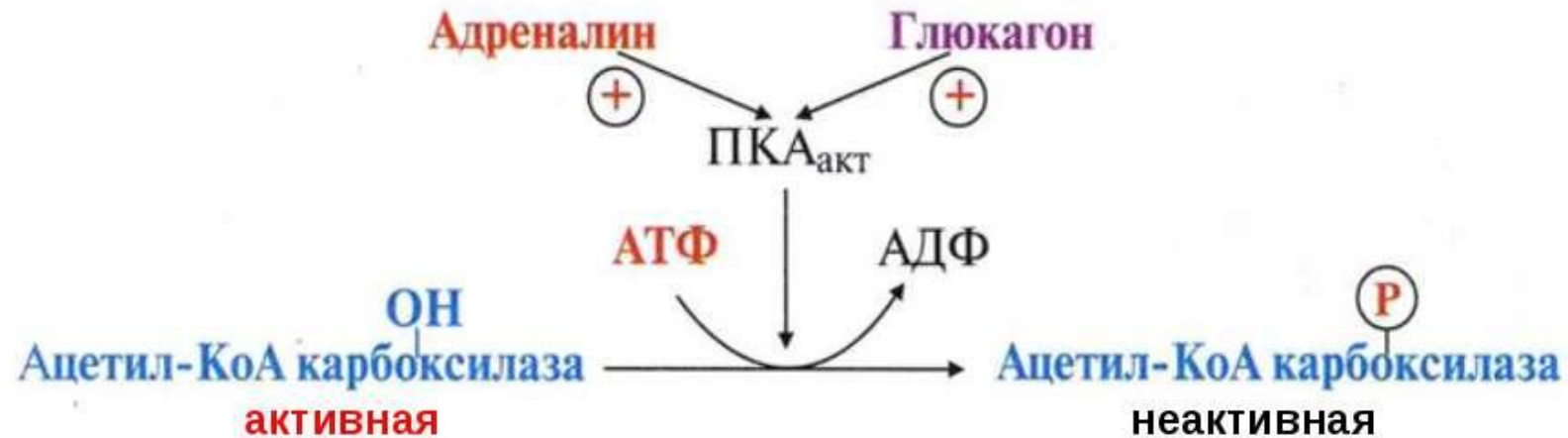
$$\text{энергетический выход} = \left[n/2 \cdot 12 + (n/2 - 1) \cdot 5 \right] - 1, \text{ где}$$

- n – количество С-атомов в жирной кислоте;
- $n/2$ – количество молекул ацетил-КоА, образованных в процессе β -окисления;
- 12 – количество АТФ, синтезирующихся при окислении ацетил-КоА в ЦТК;
- $(n/2 - 1)$ – количество циклов β -окисления;
- 5 – количество молекул АТФ, образованных в каждом цикле за счёт двух реакций дегидрирования;
- 1 – затрата 1 молекулы АТФ на активацию жирной кислоты

Окисление ненасыщенных жирных кислот



РЕГУЛЯЦИЯ БИОСИНТЕЗА И ОКИСЛЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ



фосфорилирование ацетил-КоА карбоксилазы приводит к снижению:

- скорости образования малонил-КоА;
- концентрации малонил-КоА в цитозоле,

поэтому в печени:

↓ синтез жирных кислот

↑ скорость β -окисления