

Обмен белков

Тимин Олег Алексеевич

Доцент кафедры биохимии и
молекулярной и биологии ЛФ

www.biokhimija.ru

Азотистый баланс

Количество азотсодержащих веществ в организме определяется балансом между поступающим азотом и выводимым азотом.

Поступающий азот = Белки + Аминокислоты +
+ Нуклеотиды – Азот экскрементов

Выводимый азот (30-400 мг/сут)
= Аммиак + Аммонийные соли +
Мочевина (моча, пот) + Мочевая
кислота

Азотистый баланс

– это состояние, когда количество выводимого азота равно количеству получаемого

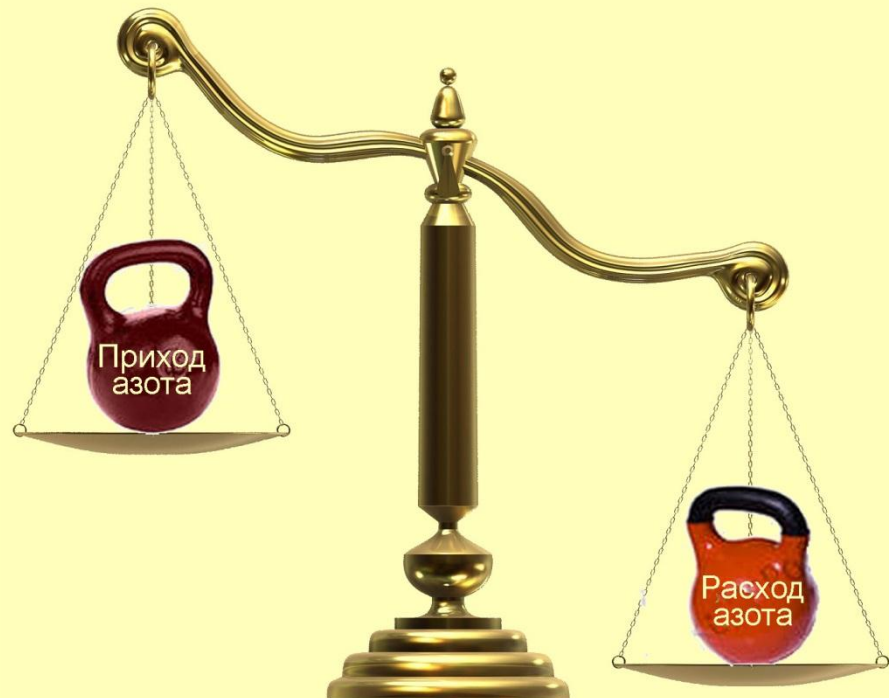
$$(V_{\text{поступления}} = V_{\text{выведения}}) .$$

Азотистый баланс

Отрицательный азотистый баланс

— это состояние, когда количество выводимого азота больше получаемого.

Голодание
Травмы
Воспаления
Ожоги
Опухоли



Азотистый баланс

Положительный азотистый баланс

— это состояние, когда количество поступающего азота больше выводимого.

Беременность
Регенерация тканей
Здоровые дети
Выздоровление
Спортсмены



Нормы потребления белка

Россия

Взрослые **100-120 г,**

Дети 1 год жизни **2-3 г/кг веса,**

старшие **1,5-2 г/кг веса.**

Животных белков должно быть не менее 60% от общего количества.

ВОЗ не менее **42 г/сутки** полноценного белка

Качество белка

Идеальный белок:

- **соотношение** заменимых и незаменимых аминокислот – в белке должно быть не менее 32% незаменимых аминокислот,
- **близость** аминокислотного состава белка к аминокислотному составу усредненного белка тела человека,
- **легкость** переваривания в ЖКТ.

Растительные белки считаются неполноценными:

- в их составе **мало незаменимых** аминокислот,
- **доля** тех или иных аминокислот в растительном белке резко отличается от таковой животного белка.

Квашиоркор

Квашиоркор – последствия нехватки в пище белков, особенно животных.

Симптомы:

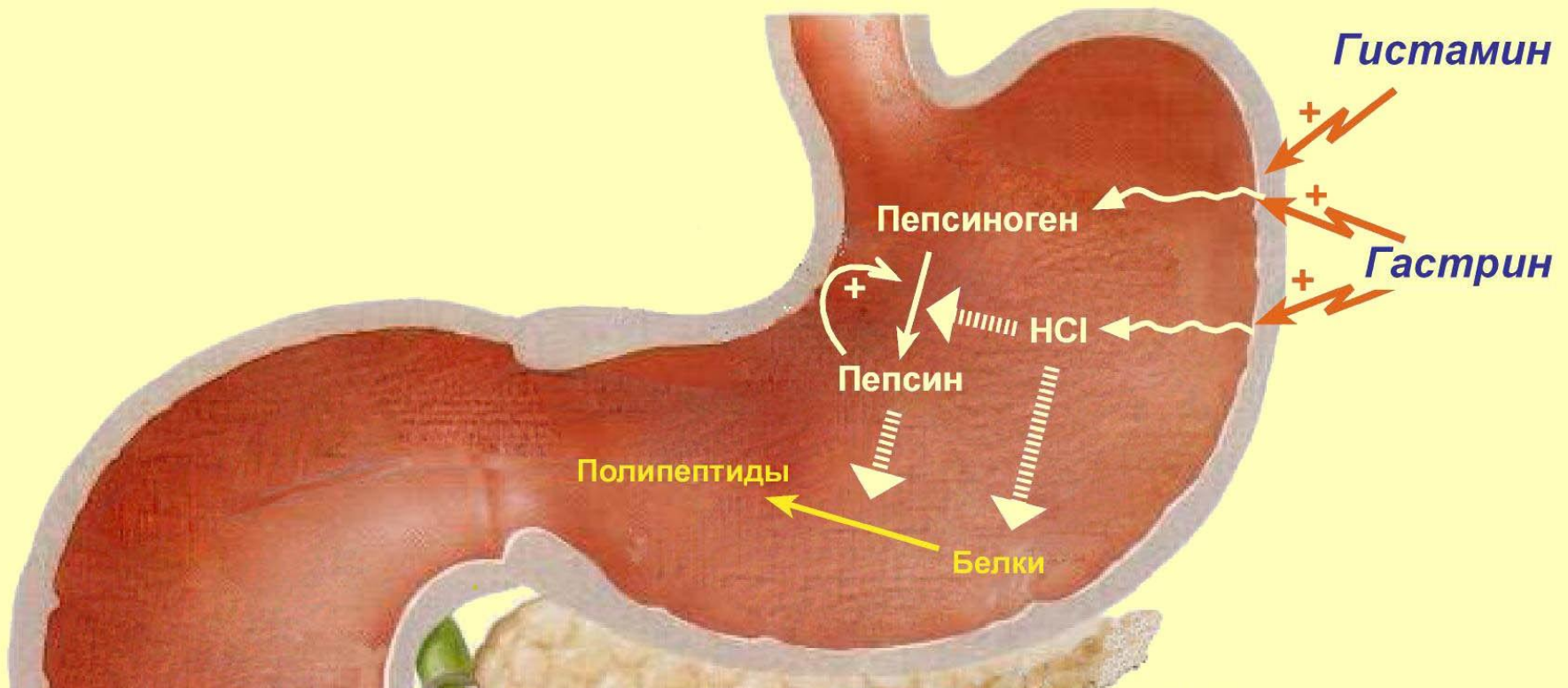
- задержка роста, истощение
- отставание физического и умственного развития
- изменение состава костной ткани,
- иммунодефициты,
- снижение активности эндокринных желез,
- изменение цвета и качества кожи,
- сонливость, апатия

Квашиоркор



Внешний обмен аминокислот и белков

Переваривание в желудке



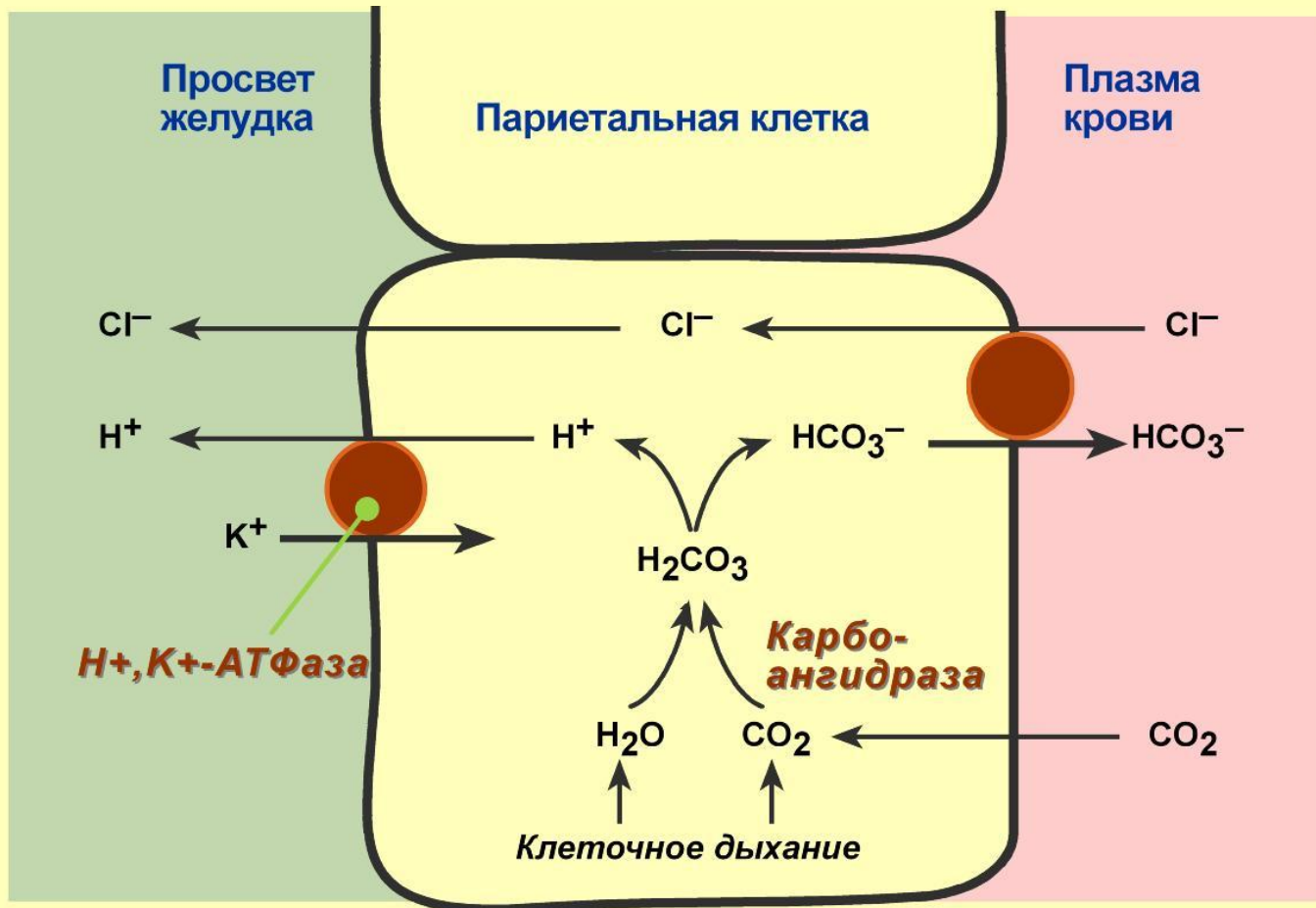
Соляная кислота

Функции соляной кислоты

- денатурация белков пищи,
- бактерицидное действие,
- высвобождение Fe^{3+} из комплекса с белками и перевод его в Fe^{2+} , что необходимо для всасывания,
- превращение неактивного пепсиногена в активный пепсин,
- снижение pH желудочного содержимого до 1,5-2,5 и создание оптимума pH для работы пепсина,
- стимуляция секреции панкреатического сока.

Соляная кислота

Синтез соляной кислоты осуществляют **париетальные** клетки желудка

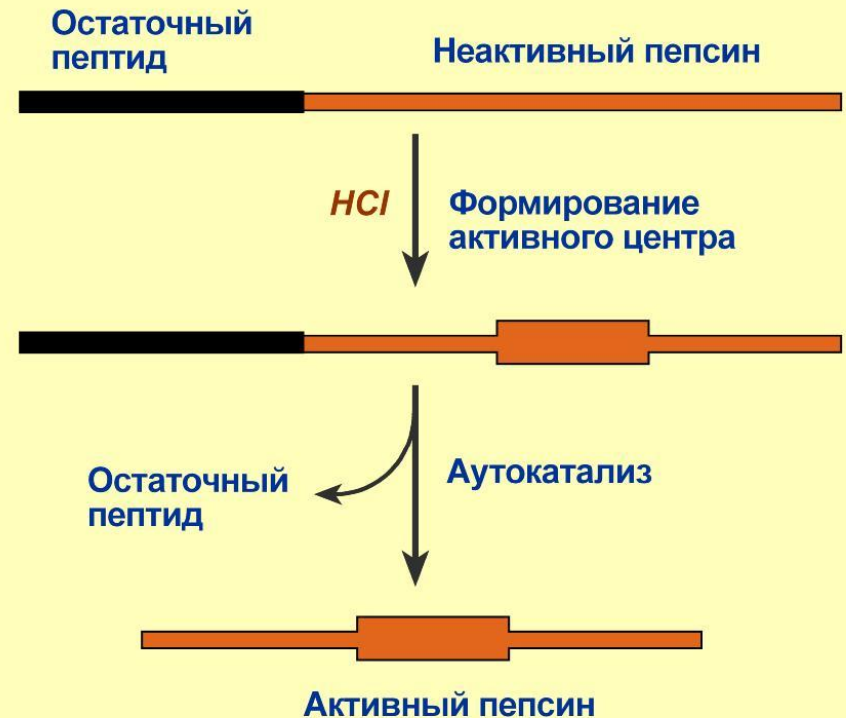


Пепсин

- **эндопептидаза,**
- синтезируется в **главных клетках** желудка в виде **пепсиногена,**
- стимулятором секреции являются гастрин и гистамин,
- активируется «частичным протеолизом»,
- оптимум **pH** для пепсина 1,5-2,0.

Пепсин

При активации "раскрывается" активный центр фермента, который отщепляет с N-конца остаточный пептид, блокирующий работу фермента, т.е. происходит **аутокатализ**.



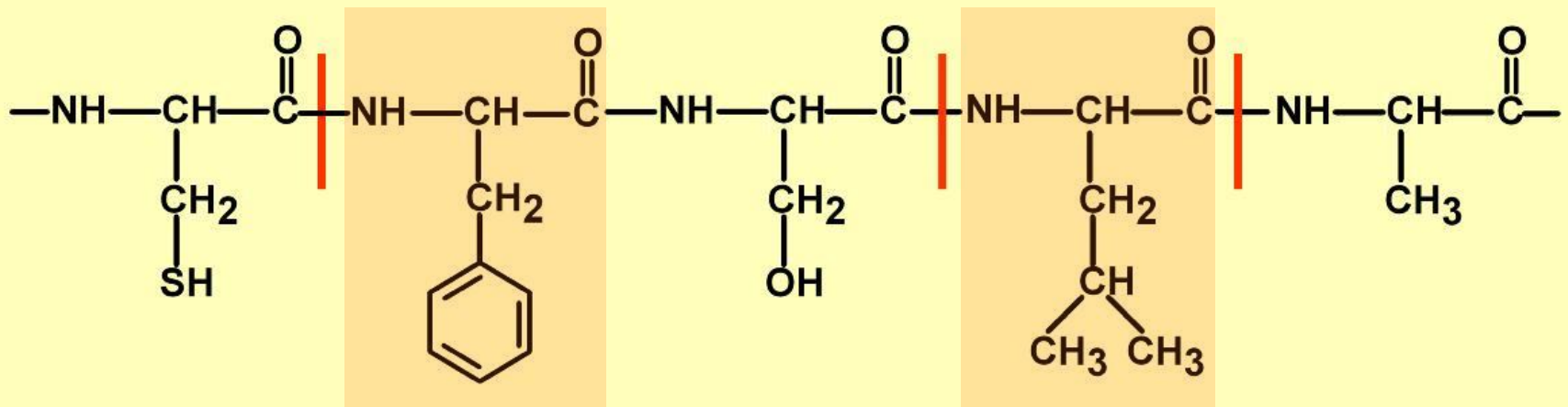
В результате образуется активный пепсин, активирующий и другие молекулы пепсиногена.

Пепсин

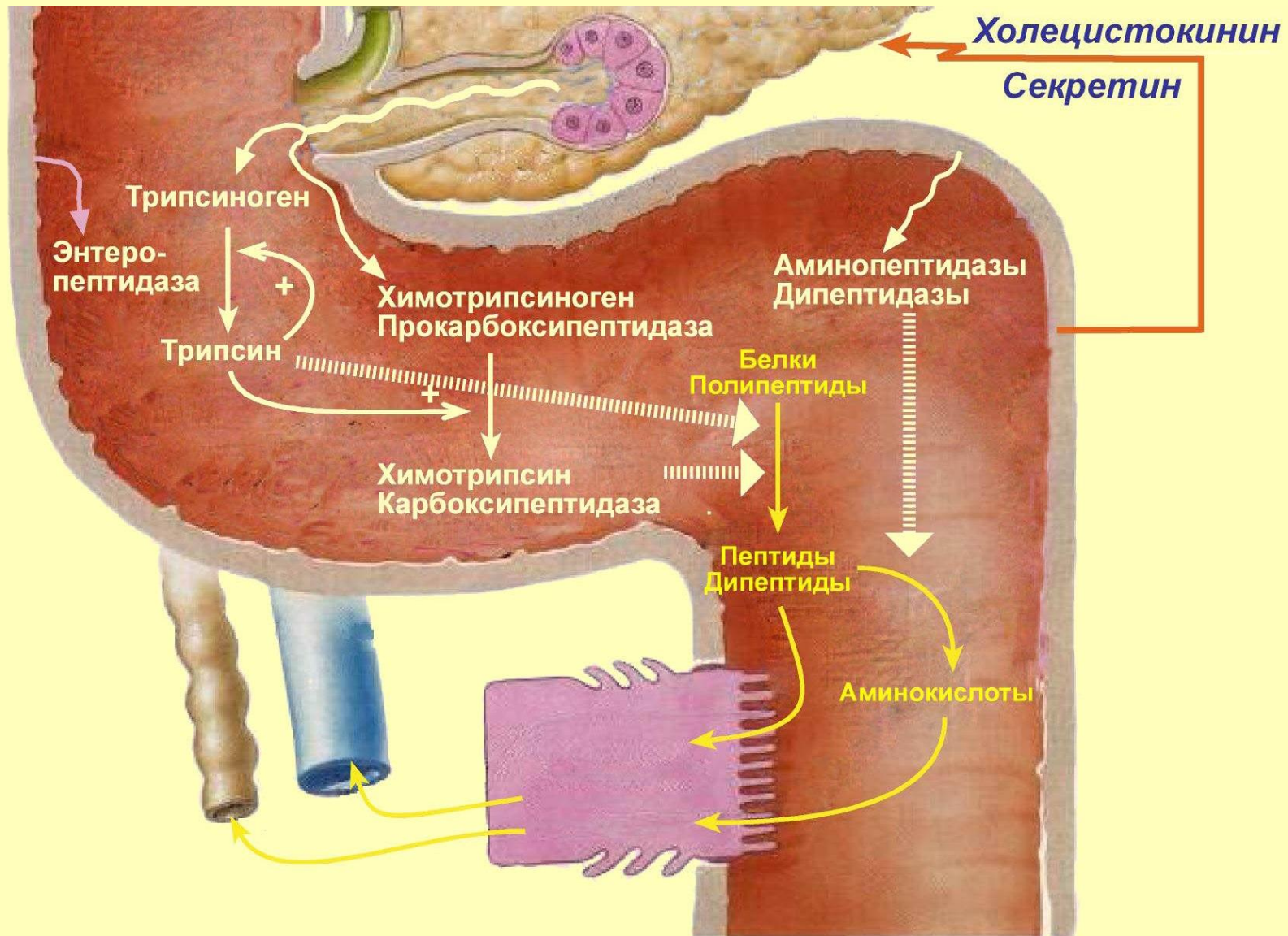


Пепсин

Гидролизует пептидные связи, образованные аминокруппами ароматических аминокислот (**тирозина, фенилаланина, триптофана**), и карбокси- и аминокруппами **лейцина, глутаминовой кислоты** и пр.

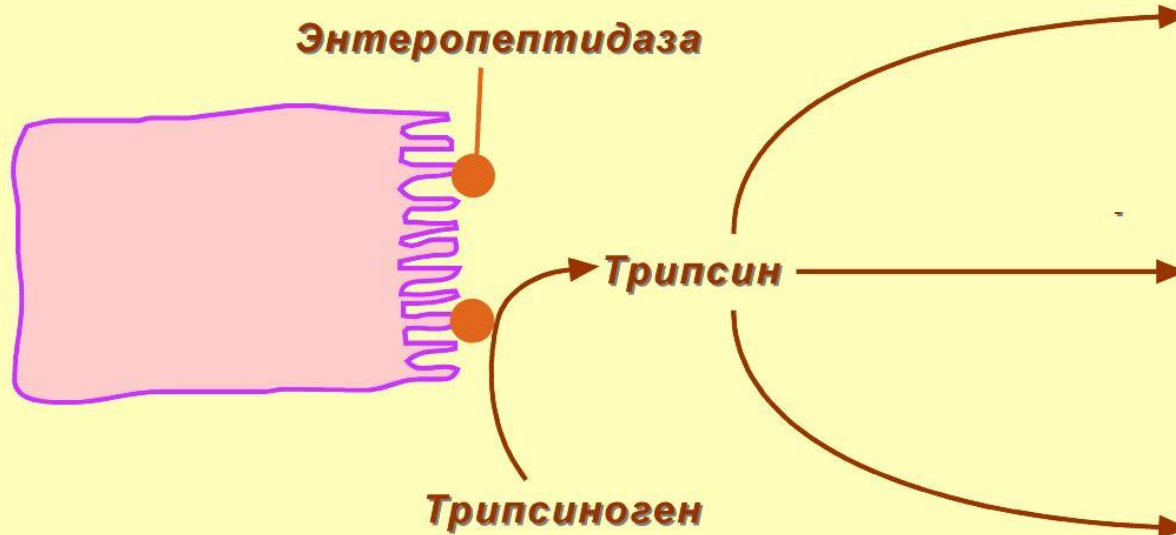


Переваривание в кишечнике

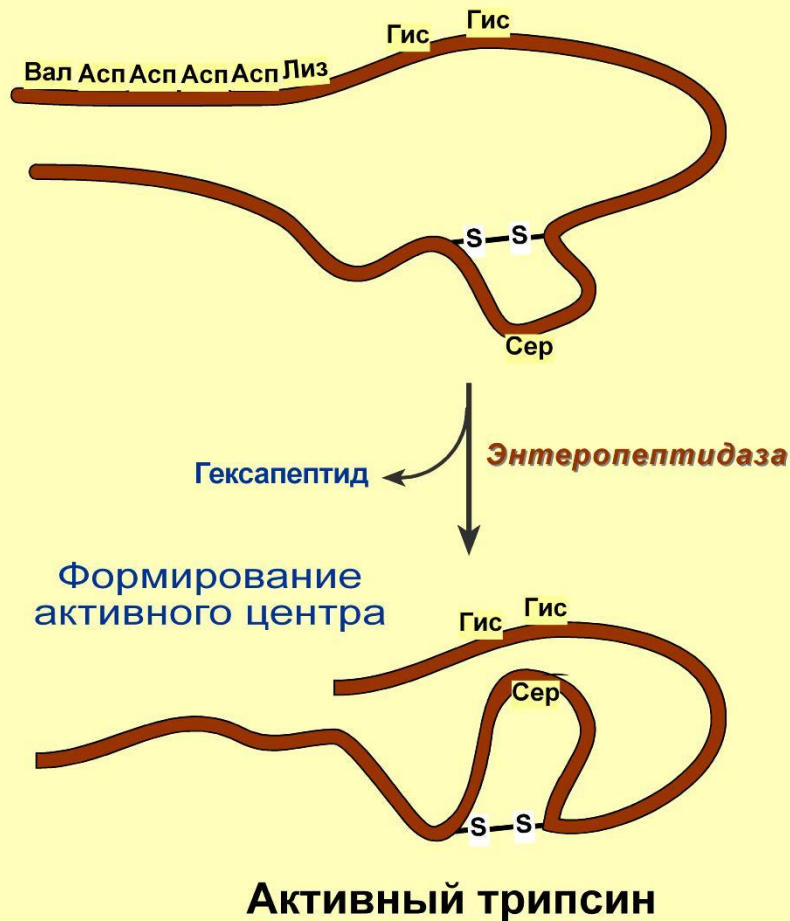


Переваривание в кишечнике

Активация ферментов кишечника



Механизм активации трипсина и химотрипсина



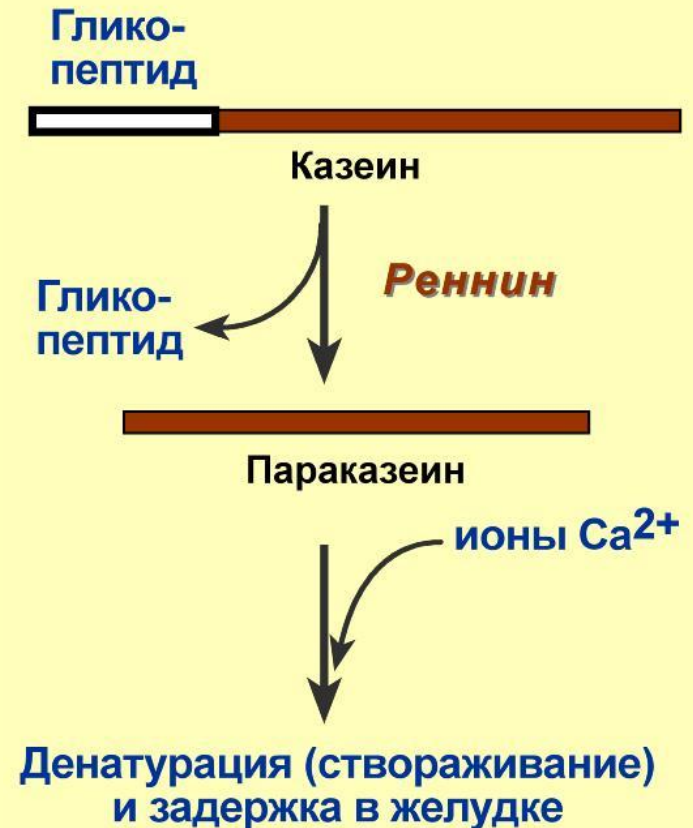
Специфичность ферментов

Трипсин специфичен к пептидным связям, образованным с участием карбоксильных групп лизина и аргинина.

Химотрипсин специфичен к пептидным связям, образованным с участием карбоксильных групп фенилаланина, тирозина и триптофана.

Особенности переваривания белков у детей

- Низкая кислотность
- Низкая протеазная активность
- Обеспечение пассивного иммунитета
- Дополнительный фермент – **реннин**



Нарушение процессов переваривания белков

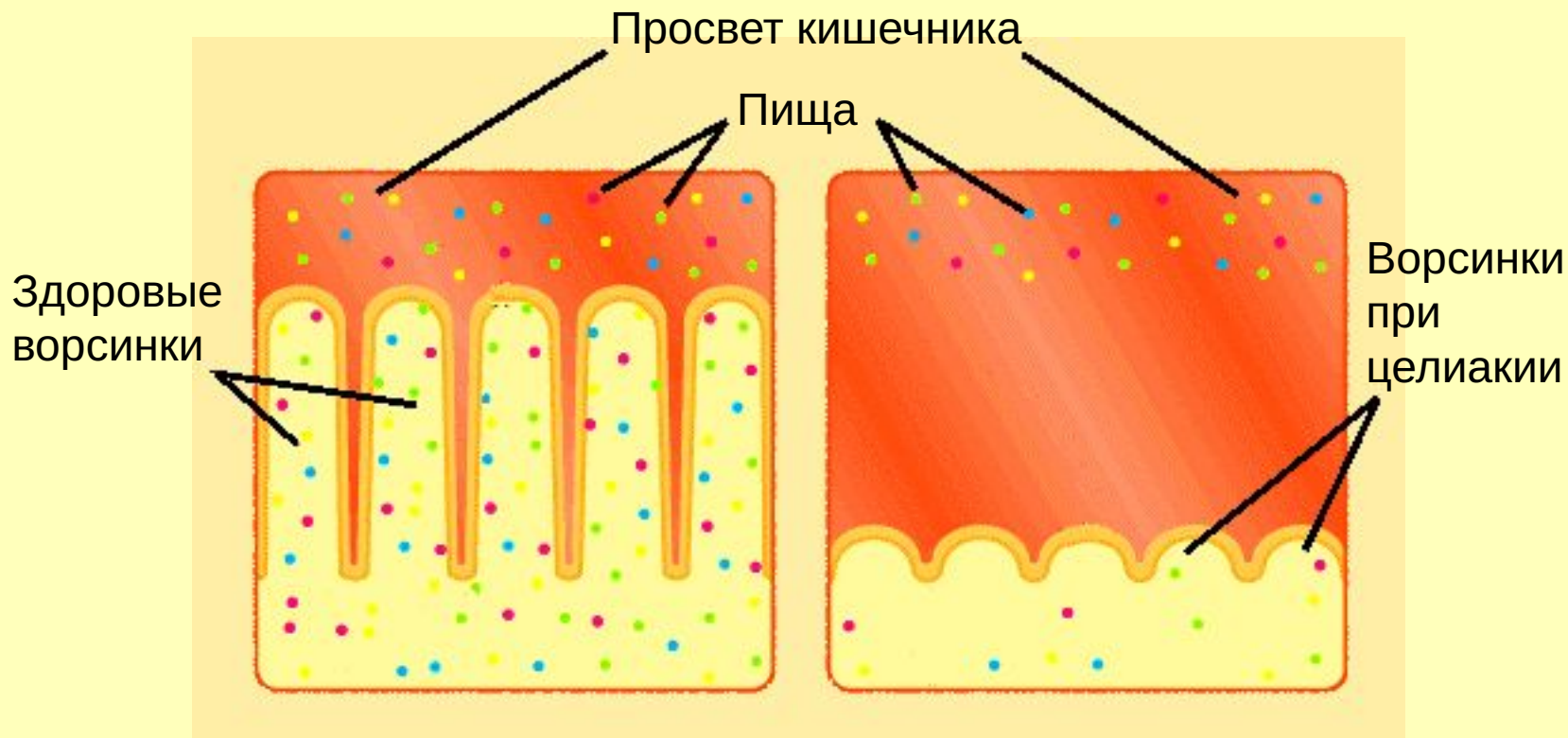
Аллергии

Пищевые аллергии – проникновение пептидов пищи в кровь и развитие иммунного ответа.



Целиакия

Целиакия – врожденная непереносимость белка клейковины злаков **глютена** (его растворимой фракции **глиадина**).



Гниение белков

Гниение белков в кишечнике – превращение аминокислот под влиянием микрофлоры.

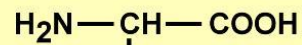
Причины:

- **избыток белка** в пище,
- **нарушение пищеварительных желез**,
- **поражение слизистых** (токсины, гельминтозы, гиповитаминозы).

Образуются:

- **токсины** – кадаверин, путресцин, крезол, фенол, скатол, индол, пиперидин, пирролидин, сероводород (H_2S) и метилмеркаптан (CH_3SH),
- **нейромедиаторы** – серотонин, гистамин, октопамин, тирамин.

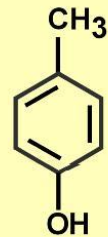
Нарушение переваривания



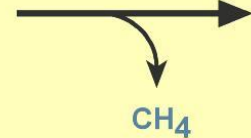
Тирозин



Глицин



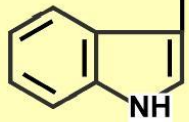
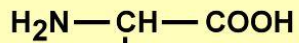
Крезол



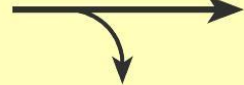
CH₄



Фенол



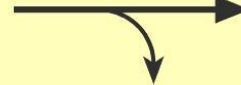
Триптофан



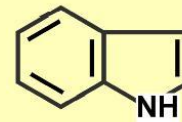
Глицин



Скатол

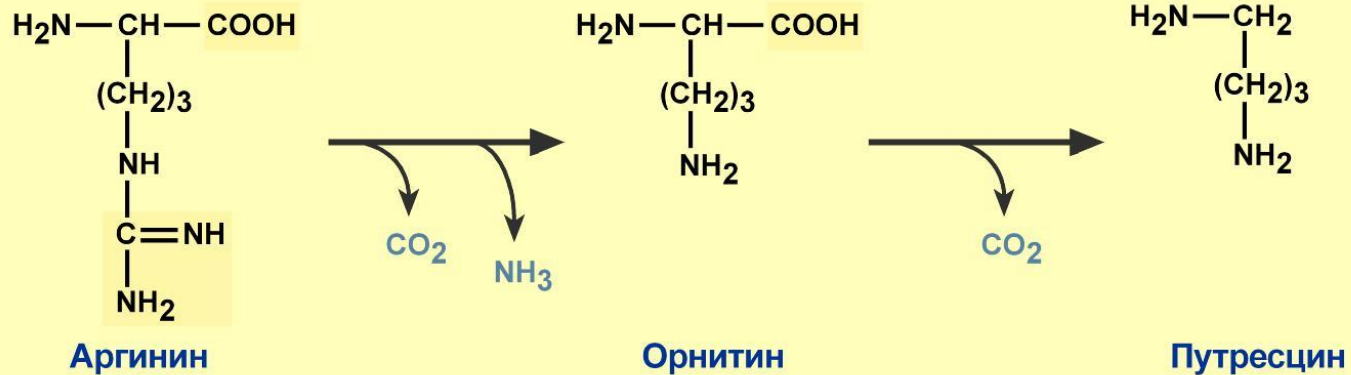
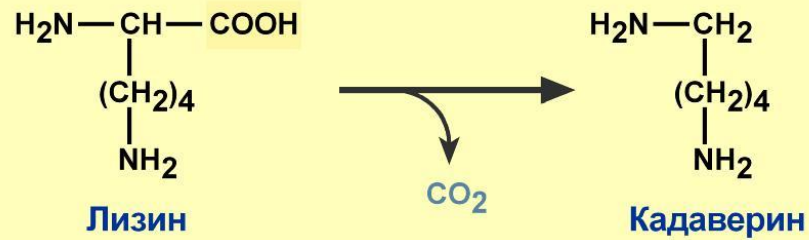


CH₄



Индол

Нарушение переваривания



Детоксикационные системы печени

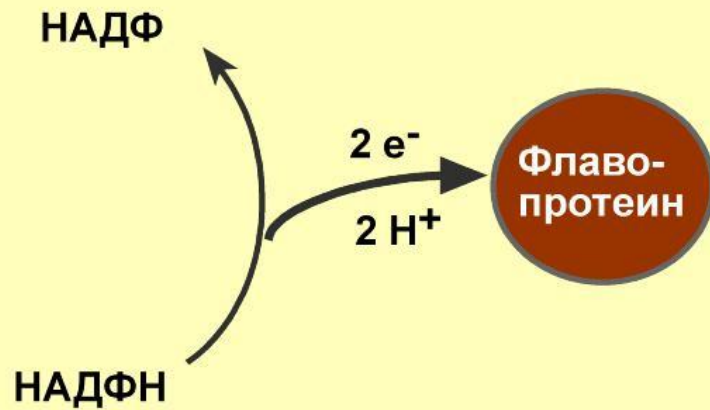
Системы обезвреживания

1. Система микросомального окисления.
2. Система конъюгации.



Системы обезвреживания

Система микросомального окисления



Системы обезвреживания

Система конъюгации – связывание с очень полярным соединением (глутатион, серная, глюкуроновая, уксусная кислоты, глицин, глутамин).

Образование животного индикана

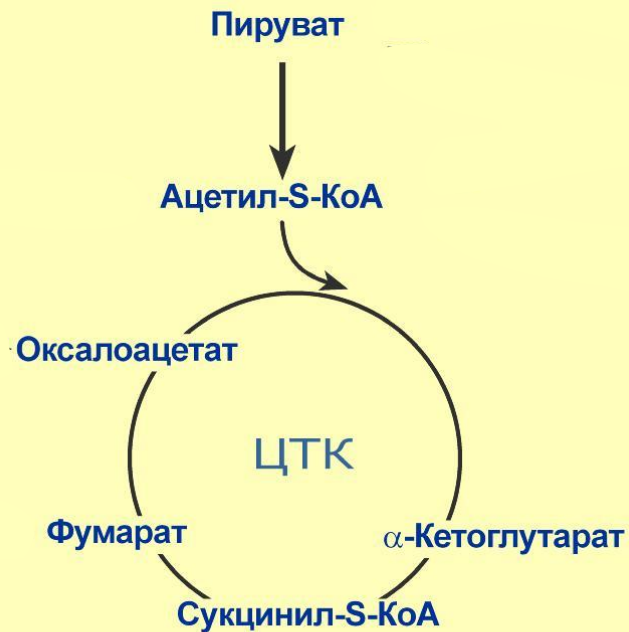


Внутриклеточный обмен аминокислот

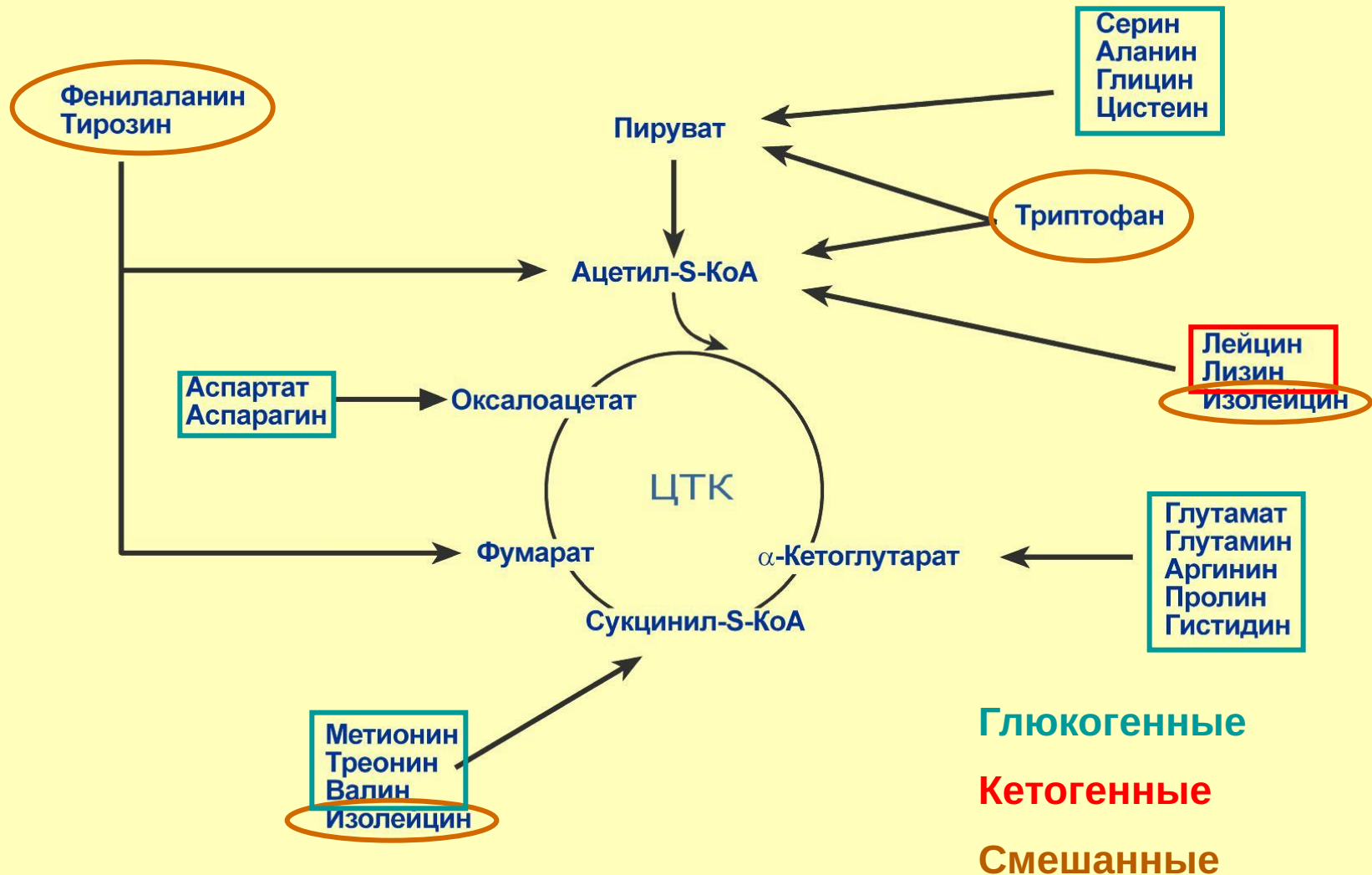
Судьба аминокислот в клетке

Внутриклеточный
пул аминокислот

Превращение аминокислот по радикалу



Превращение аминокислот по радикалу



Превращение аминокислот по карбоксильной группе

Это удаление карбоксильной группы от аминокислоты и образование **биогенных аминов**:

- гистамин
- серотонин
- дофамин
- γ -аминомасляная кислота

Самостоятельно

Превращение аминокислот с участием аминогруппы

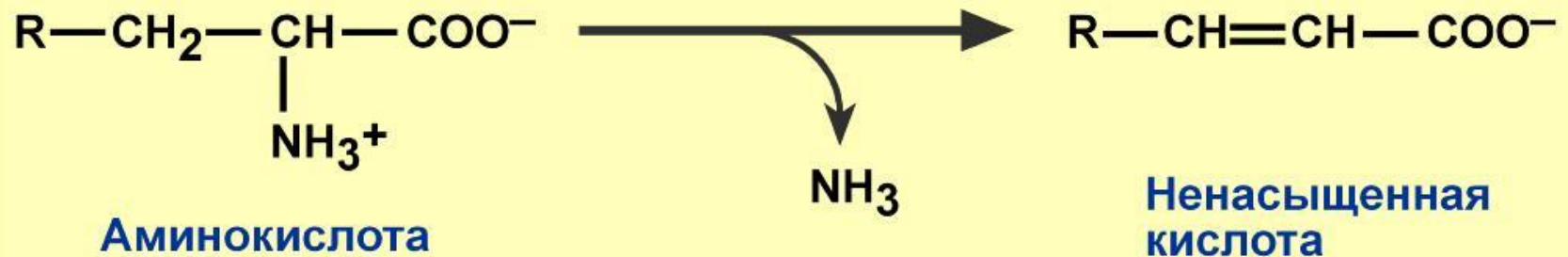
Превращение аминокислот с участием NH_2 -группы сводится к ее отщеплению от углеродного скелета – происходят реакции дезаминирования.

Типы дезаминирования

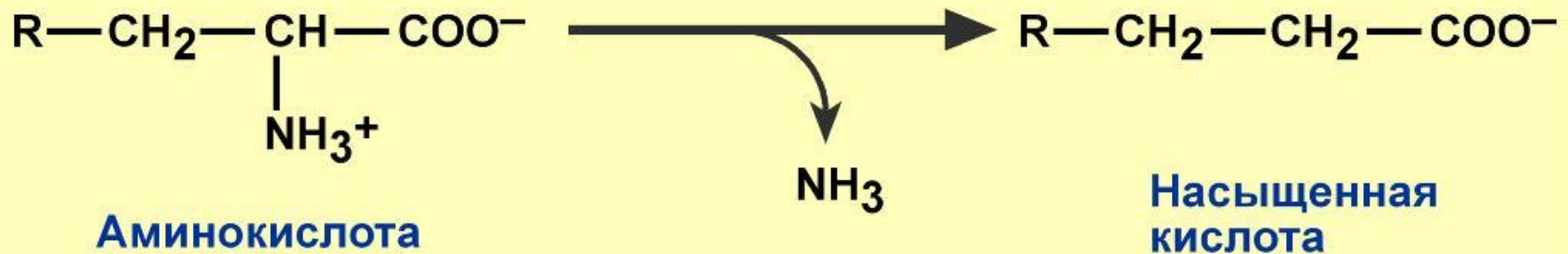
- внутримолекулярное,
- восстановительное,
- гидролитическое,
- окислительное.

Типы дезаминирования

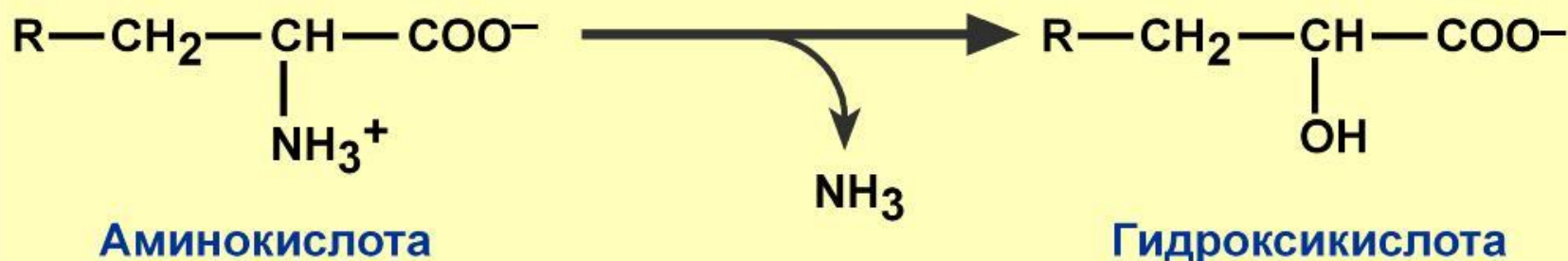
- внутримолекулярное** – с образованием ненасыщенной жирной кислоты:



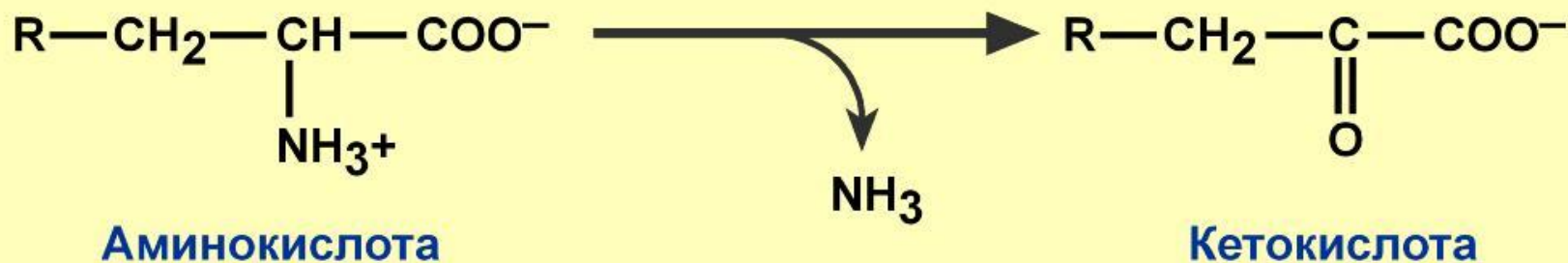
- восстановительное** – с образованием насыщенной жирной кислоты,



- **гидролитическое** – с образованием карбоновой гидроксикислоты,

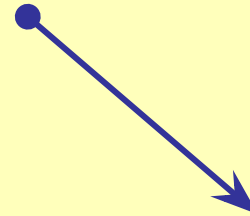
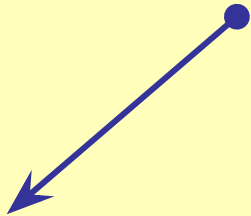


- **окислительное** – с образованием кетокислот.



Окислительное дезаминирование

Окислительное
дезаминирование



Прямое окислительное дезаминирование

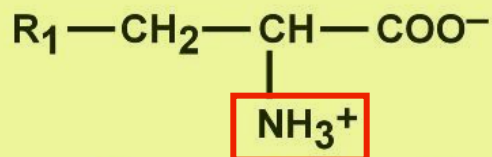
Непрямое окислительное дезаминирование

Первый этап – обратимый перенос NH_2 -группы с аминокислоты на кетокислоту с образованием новой аминокислоты и новой кетокислоты - **трансаминирование**.

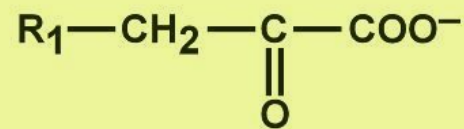
Второй этап – отщепление аминогруппы от новообразованной аминокислоты – **дезаминирование**.

Непрямое окислительное дезаминирование

Непрямое окислительное дезаминирование

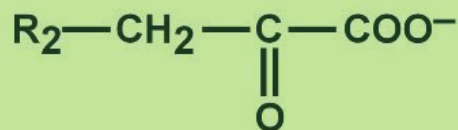


Аминокислота 1

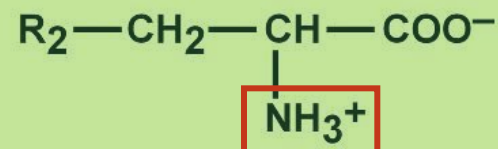


Кетокислота 1

Реакция трансаминирования 1 этап



Кетокислота 2



Аминокислота 2

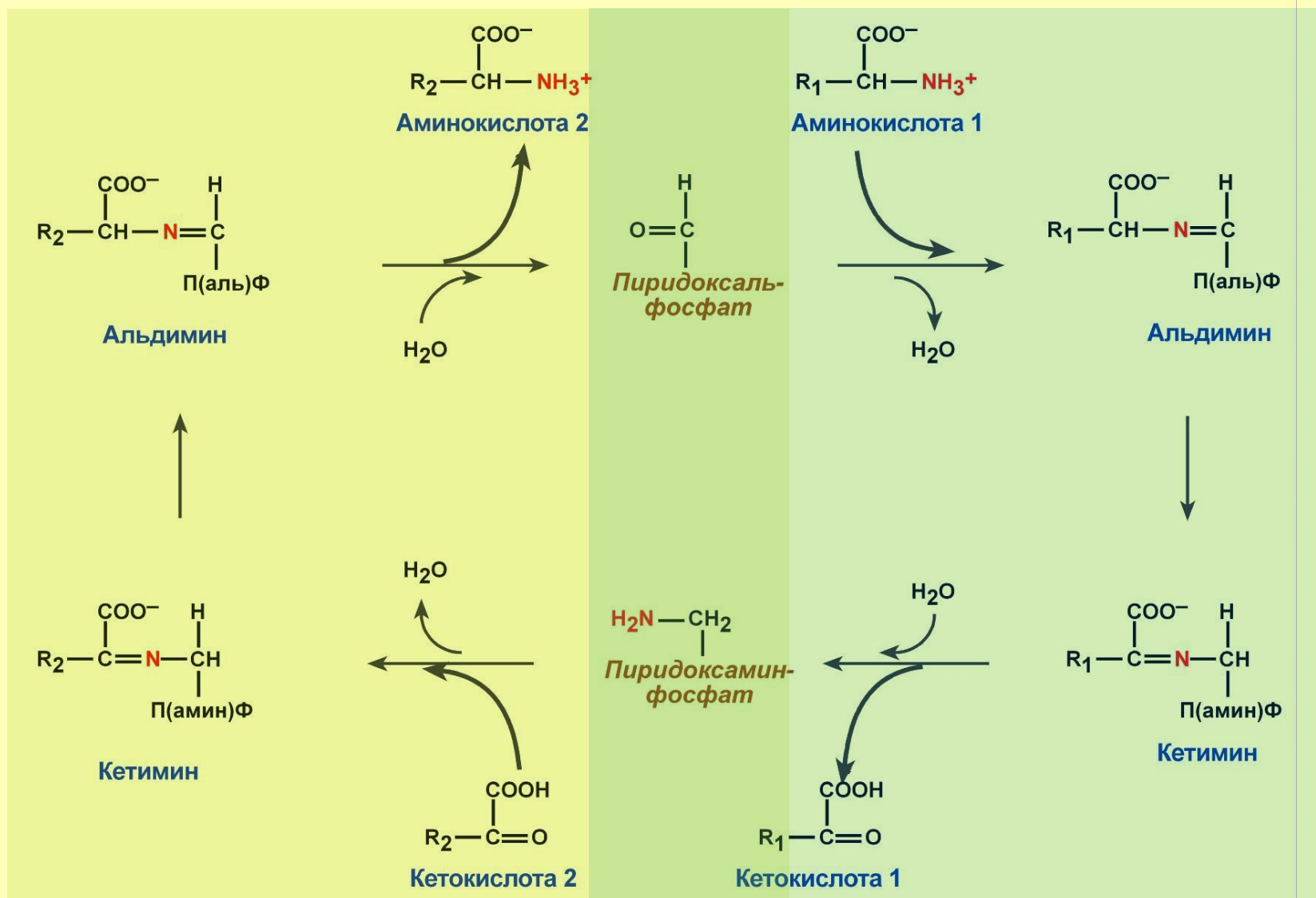


Реакция дезаминирования 2 этап

Механизм трансаминирования

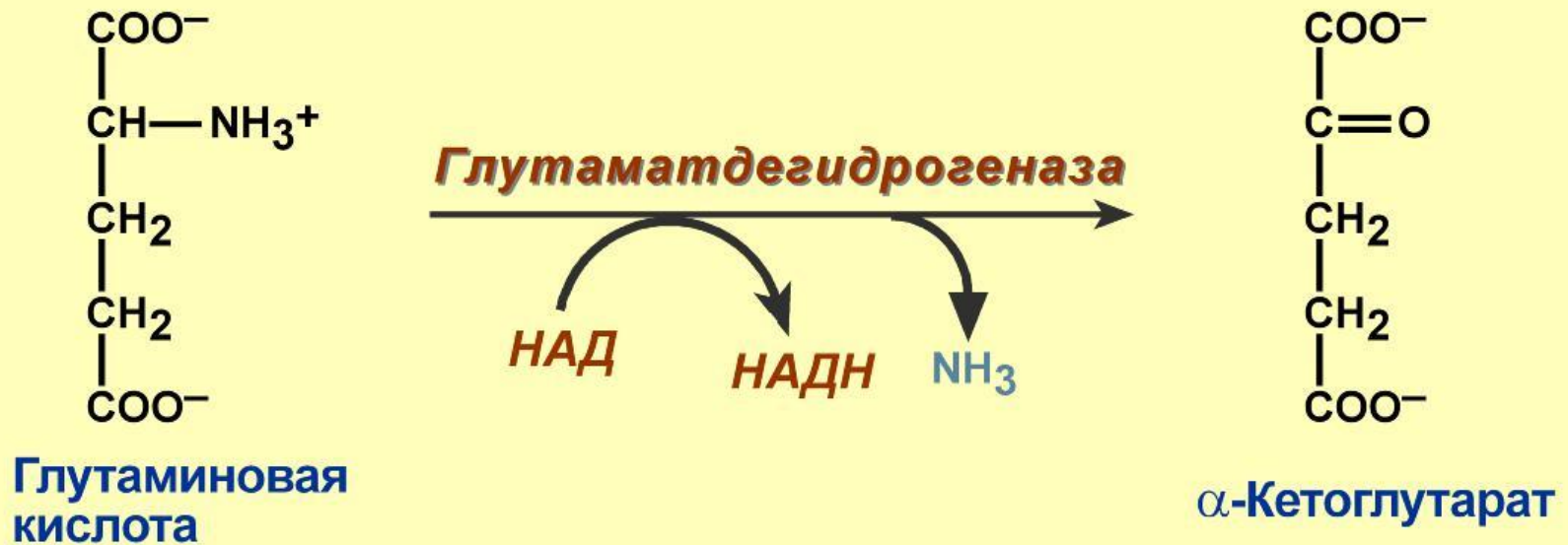


Трансаминирование

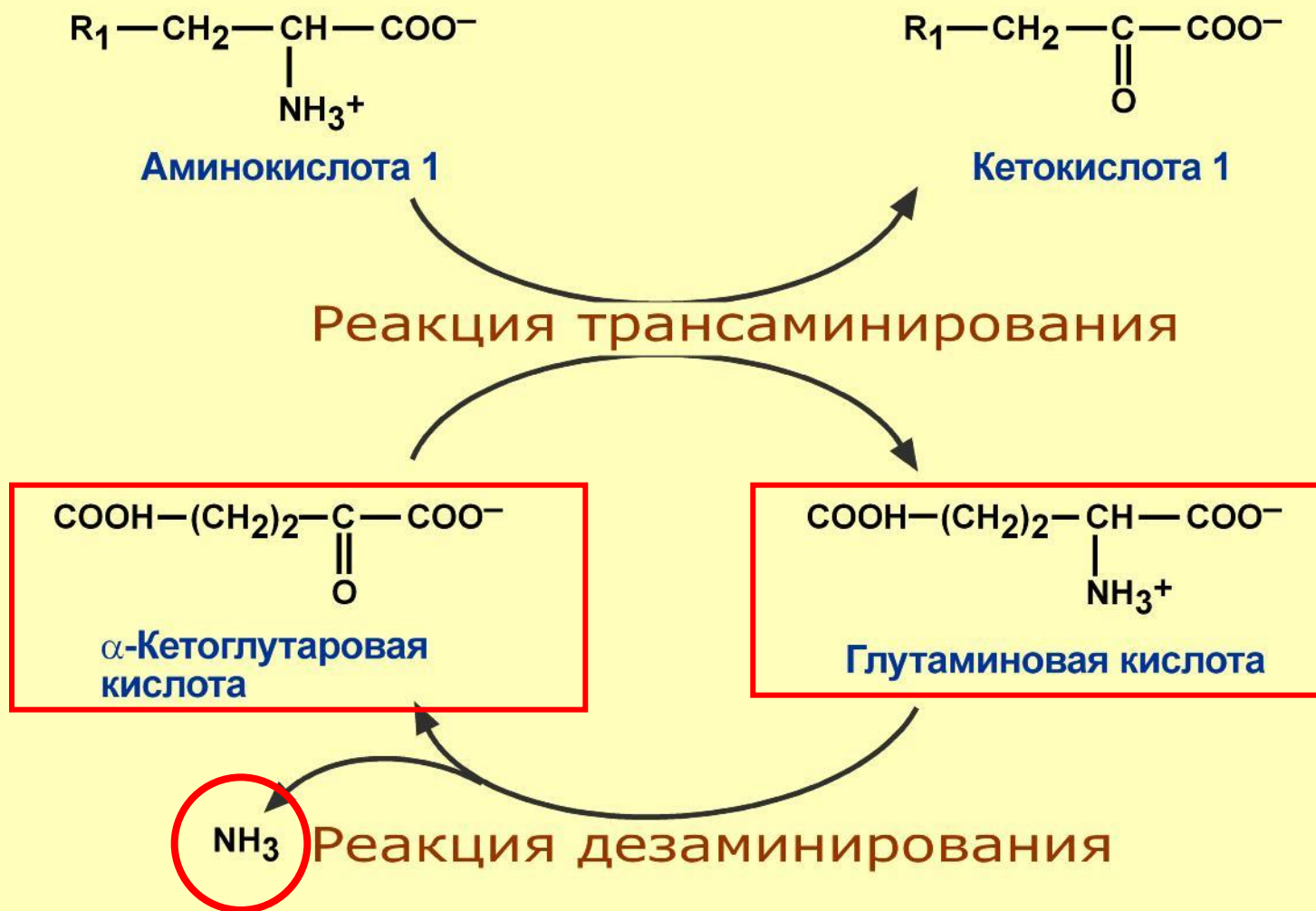


Дезаминирование

Коллектором всех аминокислотных аминогрупп является **глутаминовая кислота**. Только она подвергается прямому окислительному дезаминированию.



Трансдезаминирование



Роль трансаминирования

Реакции трансаминирования:

- оптимизация соотношения аминокислот в клетке,
- синтез заменимых аминокислот в клетке при наличии кетоаналога,
- переводят аминокислоты на путь катаболизма,
- использование безазотистого остатка аминокислот для кетогенеза и глюконеогенеза.

Глутаминовая кислота:

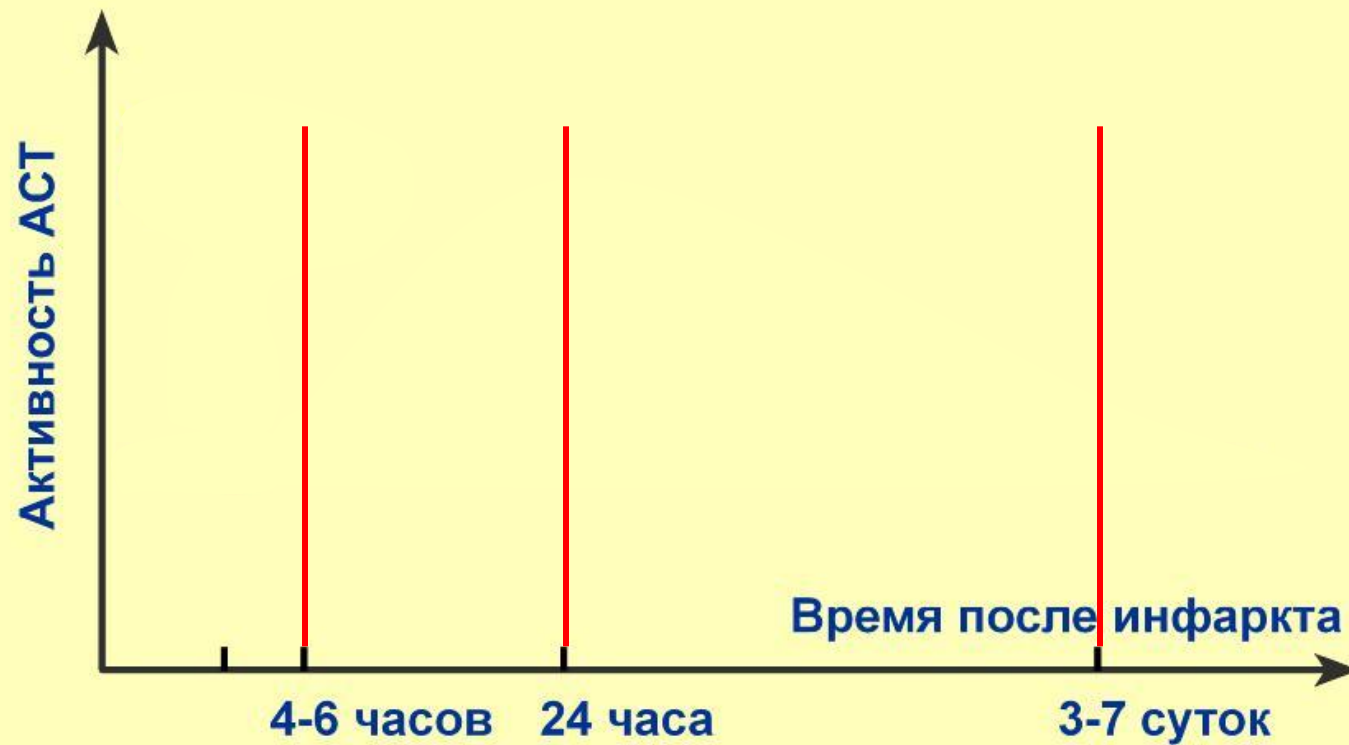
- является одной из транспортных форм аминного азота в гепатоциты,
- способна реагировать со свободным аммиаком, обезвреживая его.

Роль трансдезаминирования

Процесс **трансдезаминирования** идет в организме непрерывно.

Сопряженные реакции трансаминирования и дезаминирования создают поток аминного азота из периферических клеток **в печень** для синтеза **мочевины** и **в почки** для синтеза **аммонийных солей**.

Энзимодиагностика



Энзимодиагностика

Дезаминирование в мышце



Спасибо за внимание