

**КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И  
КЛИНИЧЕСКОЙ БИОХИМИИ**

**Лекция по теме:**

# **Обмен белков – 1**

**Краснодар**

**2016**

# **АЗОТИСТЫЙ БАЛАНС –**

**соотношение поступившего в организм азота (в виде азота аминокислот) и выведенного азота (в виде конечных продуктов обмена – мочевины и солей аммония)**

**Равновесие**

**Положительный**

**Отрицательный**

# источники и пути расходования

## АМИНОКИСЛОТЫ



# Потребность в пищевых белках

- 23,2 г/сут – коэффициент Рубнера – «коэффициент изнашивания» (азотистый баланс отрицательный).
- 30-45 г/сут – «физиологический минимум белка». Это минимальное количество белка, позволяющее поддерживать азотистое равновесие.
- **Физиологическая норма – 1-1,2 г белка на кг массы тела**

# Количество белка в некоторых пищевых продуктах

Продукт	Содержание белка, %
Мясо	18-20
Рыба	17-20
Сыр	20-36
Молоко	3,5
Рис	8
Горох	26
Соя	35-50
Картофель	1,5-2
Капуста	1,1-1,6
Морковь	0,8-1,0
Яблоки	0,3-0,4

# Критерии полноценности пищевого белка

- Белок должен содержать все заменимые аминокислоты в соотношениях, близких к их соотношениям в человеческом организме
- Белок должен перевариваться ферментами ЖКТ
- Белок не должен содержать веществ, мешающих перевариванию и усваиванию

# Ферменты,

переваривающие белки  
(гидролизующие

пептидные связи),

называются протеиназы

(пептидазы, протеазы,

протеолитические

ферменты)

# **Катепсины –**

**лизосомальные  
протеолитические  
ферменты (протеиназы),  
обеспечивающие распад  
тканевых (собственных)  
белков, рН оптимум их  
лежит в кислой среде**





# Протеиназы ЖКТ

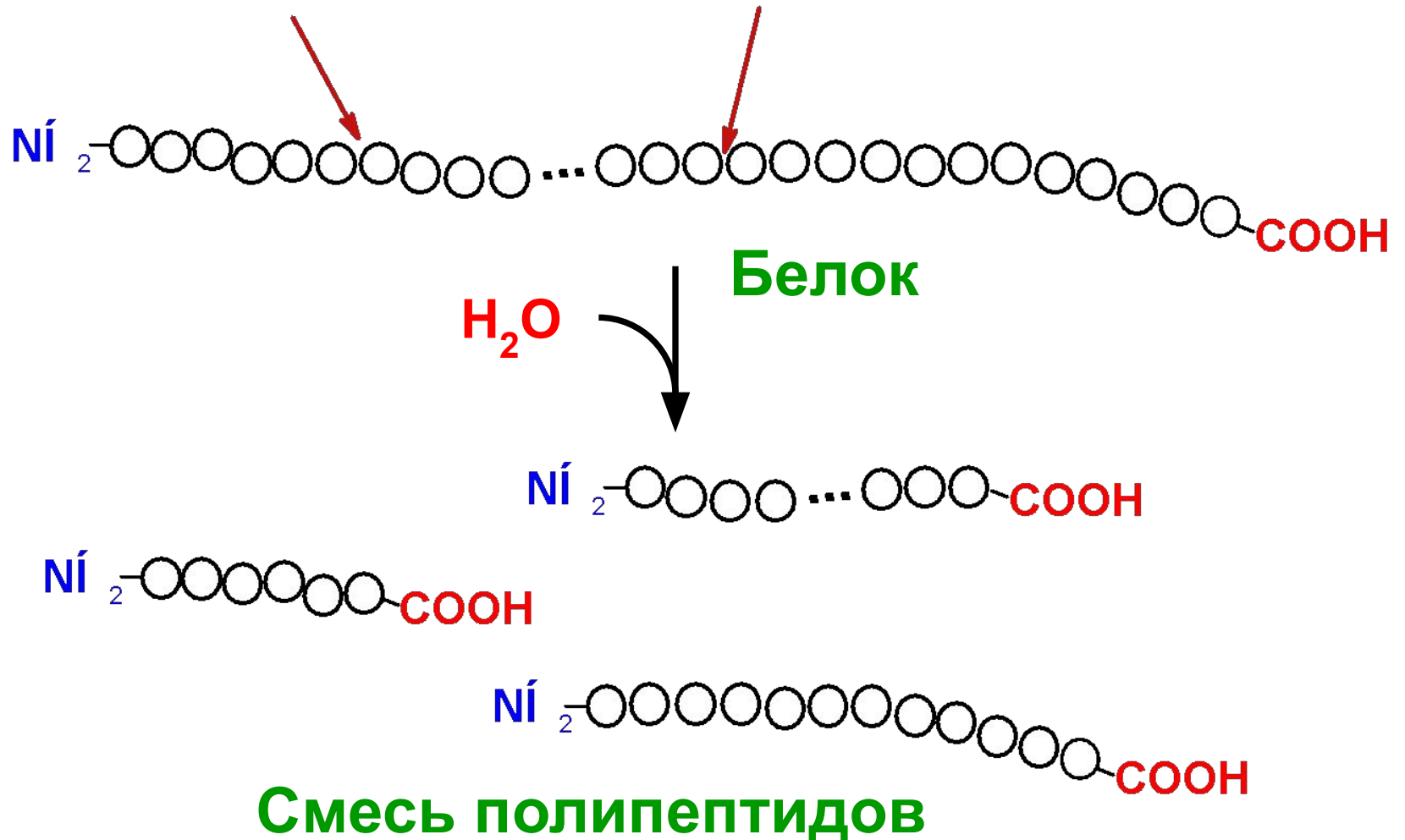
## Эндопептидазы

- Пепсин;
- Реннин;
- Гастриксин;
- Трипсин;
- Химотрипсин;
- Эластаза.

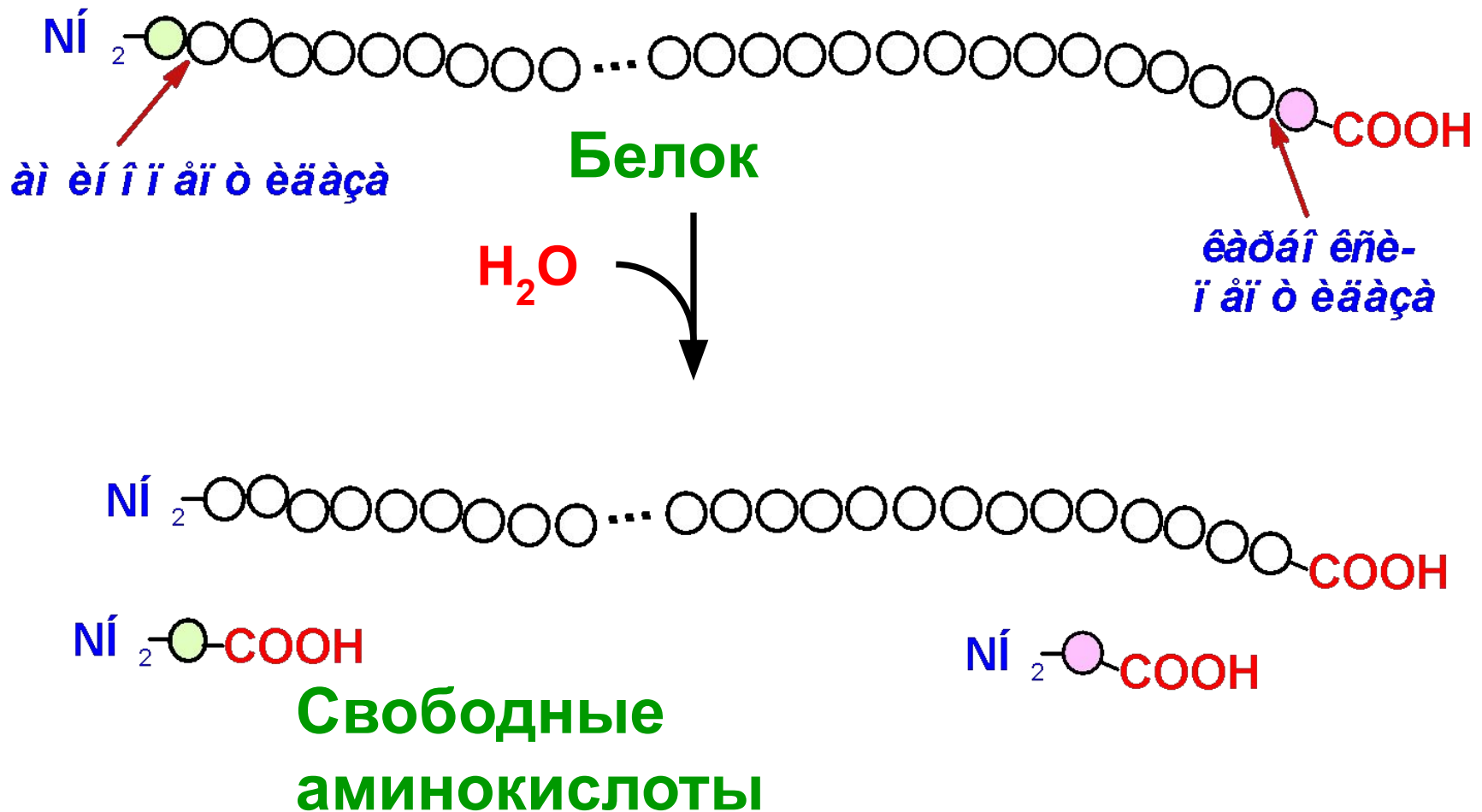
## Экзопептидазы

- Карбоксипептидазы А и В;
- Аминопептидазы;
- Дипептидазы;
- Трипептидазы.

# Схема действия эндопептидаз



# Схема действия экзопептидаз



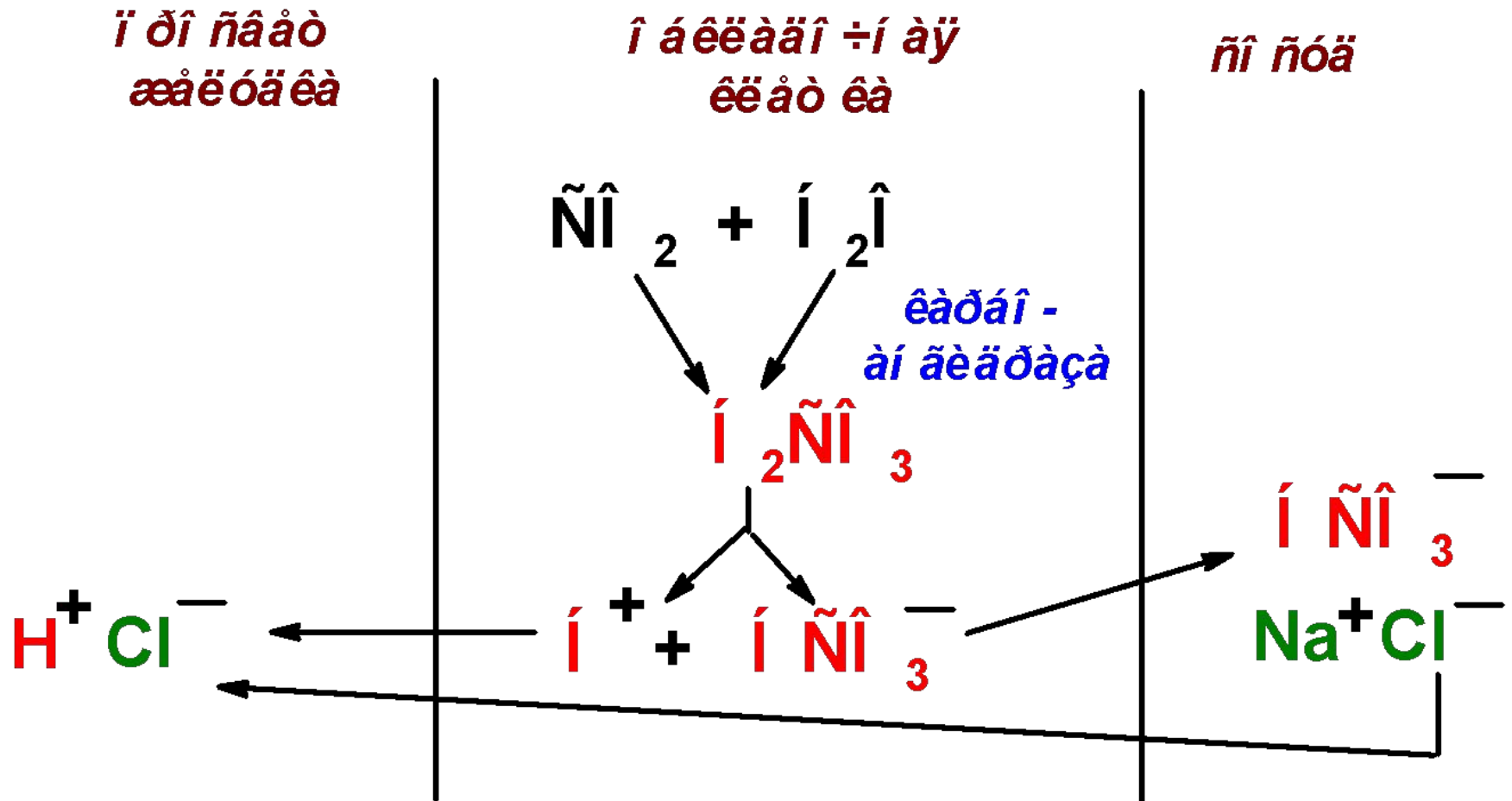
# Пищеварительные соки

Пищевари- тельный сок	Кол-во, л	рН	Химический состав, %		
			Вода	Орг.в-ва (белки)	Неорг. в-ва
<b>Желудочный сок</b>	<b>2-2,5</b>	<b>1,5-2,5</b>	<b>99</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>Панкреати- ческий сок</b>	<b>0,6-0,8</b>	<b>7,5-8,2</b>	<b>98,4</b>	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>
<b>Кишечный сок</b>	<b>2-3</b>	<b>8,5</b>	<b>98,7</b>	<b>0,5-1,0</b>	<b>0,3</b>

# Протеиназы желудочно-кишечного тракта

<b>Источник</b>	<b>Фермент</b>	<b>Субстратная специфичность</b>
<b>Желудочный сок</b>	<b>пепсин</b>	<b>эндопептидазы</b>
	<b>реннин</b>	
	<b>гастриксин</b>	
<b>Панкреатический сок</b>	<b>трипсин</b>	
	<b>химотрипсин</b>	
	<b>коллагеназа</b>	
	<b>эластаза</b>	
	<b>карбоксипептидаза</b>	<b>экзопептидазы</b>
<b>Кишечный сок</b>	<b>аминопептидаза</b>	
	<b>трипептидазы</b>	
	<b>дипептидазы</b>	

# Секреция соляной кислоты в желудке



# Функции соляной кислоты

1. активация пепсиногена
2. создание рН-оптимума для пепсина (1,5-2,5)
3. бактерицидное действие
4. денатурирует белки
5. регулирует работу привратника и стимулирует выработку секрета в кишечнике
6. активирует всасывание железа
7. обеспечивает всасывание витамина В<sub>12</sub> (участвует с синтезе белкового фактора Кастла – антианемического)



# Виды кислотности желудочного сока

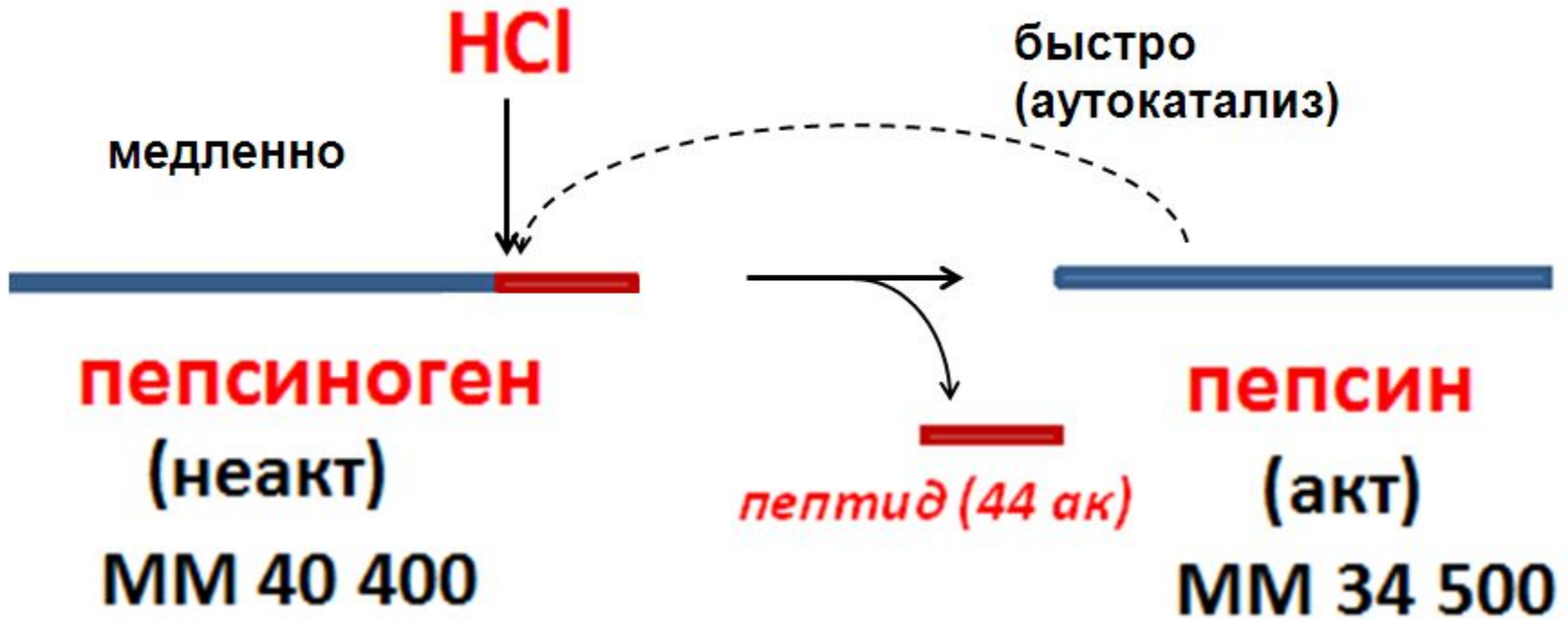
- **Общая кислотность** (HCl + прочие кислые вещества – кислые соли, органические кислоты) 40-60 ммоль/л
- **Соляная кислота:**
  - Свободная 20-40 ммоль/л
  - Связанная (с ионогенными группами белков) –  $\text{COOH} + \text{-NH}_3\text{Cl}$  10-12 ммоль/л

# Компоненты желудочного сока

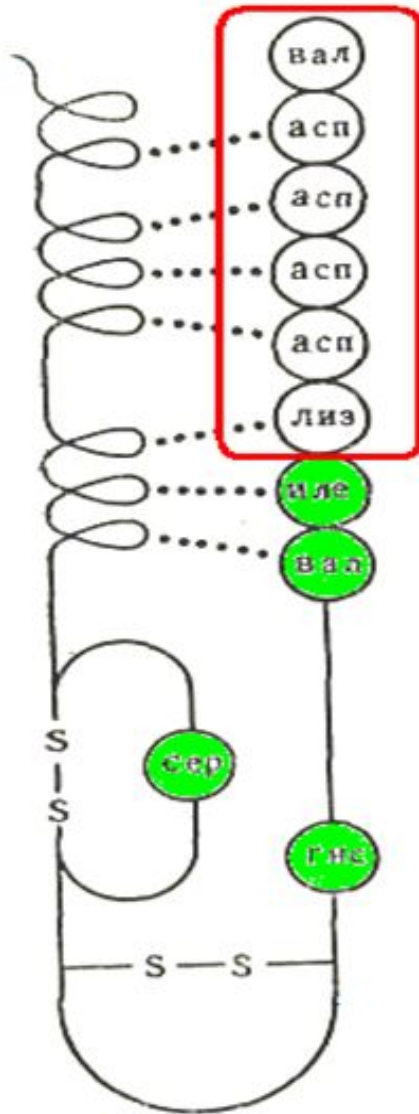
## В норме и при патологии

Состояние	pH	кислотность (ТЕ)			пепсин
		общая	связанная HCl	свободная HCl	
Норма	1,5-2,5	40-60	10-12	20-40	+
Гиперацидный гастрит	≈ 1,0	> 60		> 40	±
Гипоацидный гастрит	> 2,5	< 40		< 20	±
Ахилия	7,0	0		-	-

# Активация пепсиногена (механизм – частичный протеолиз)

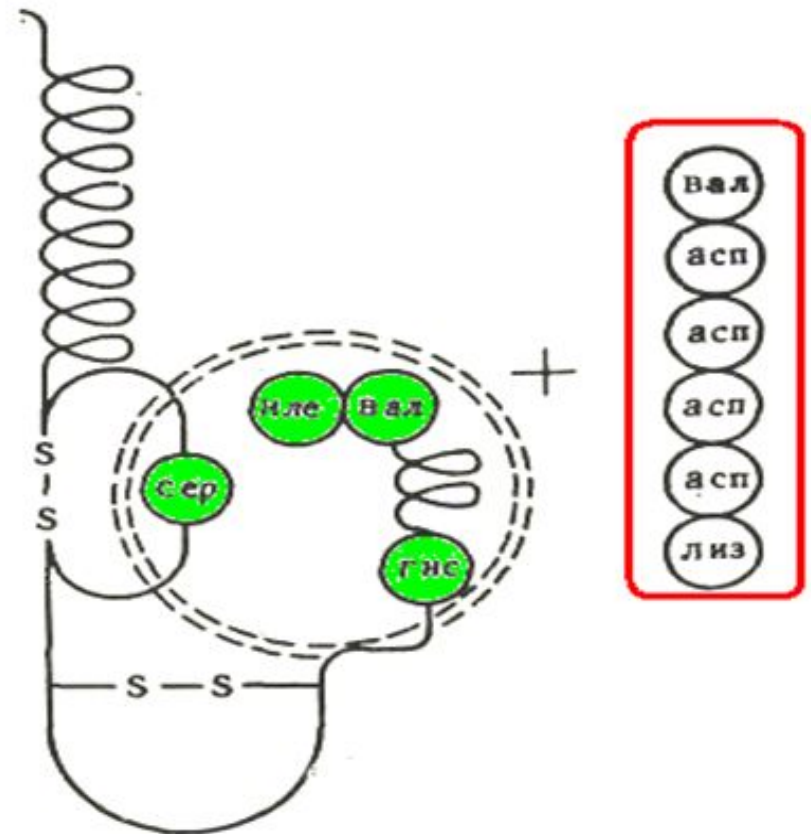


# Активация трипсиногена



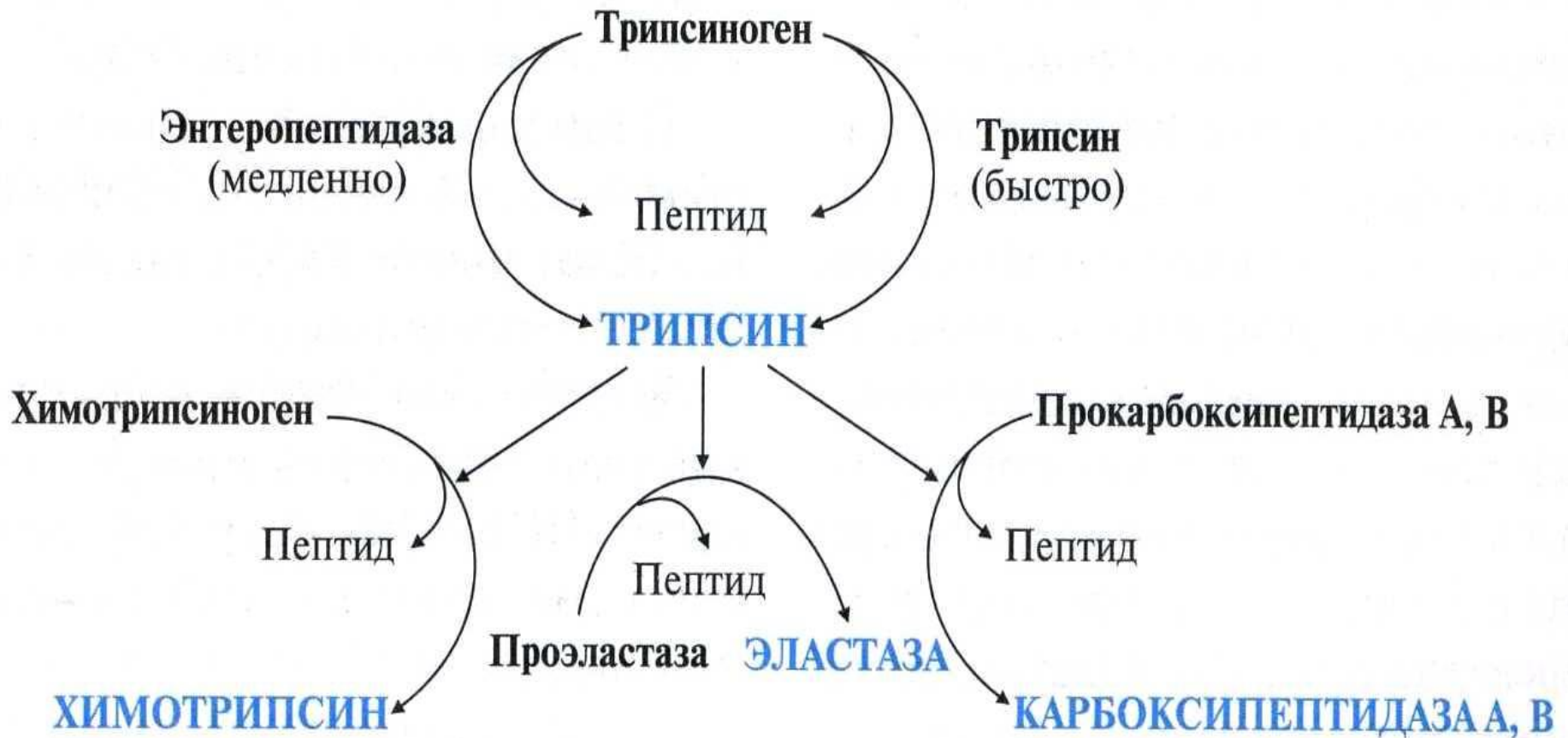
Трипсиноген  
неактивный

Энтеро-  
пептидаза



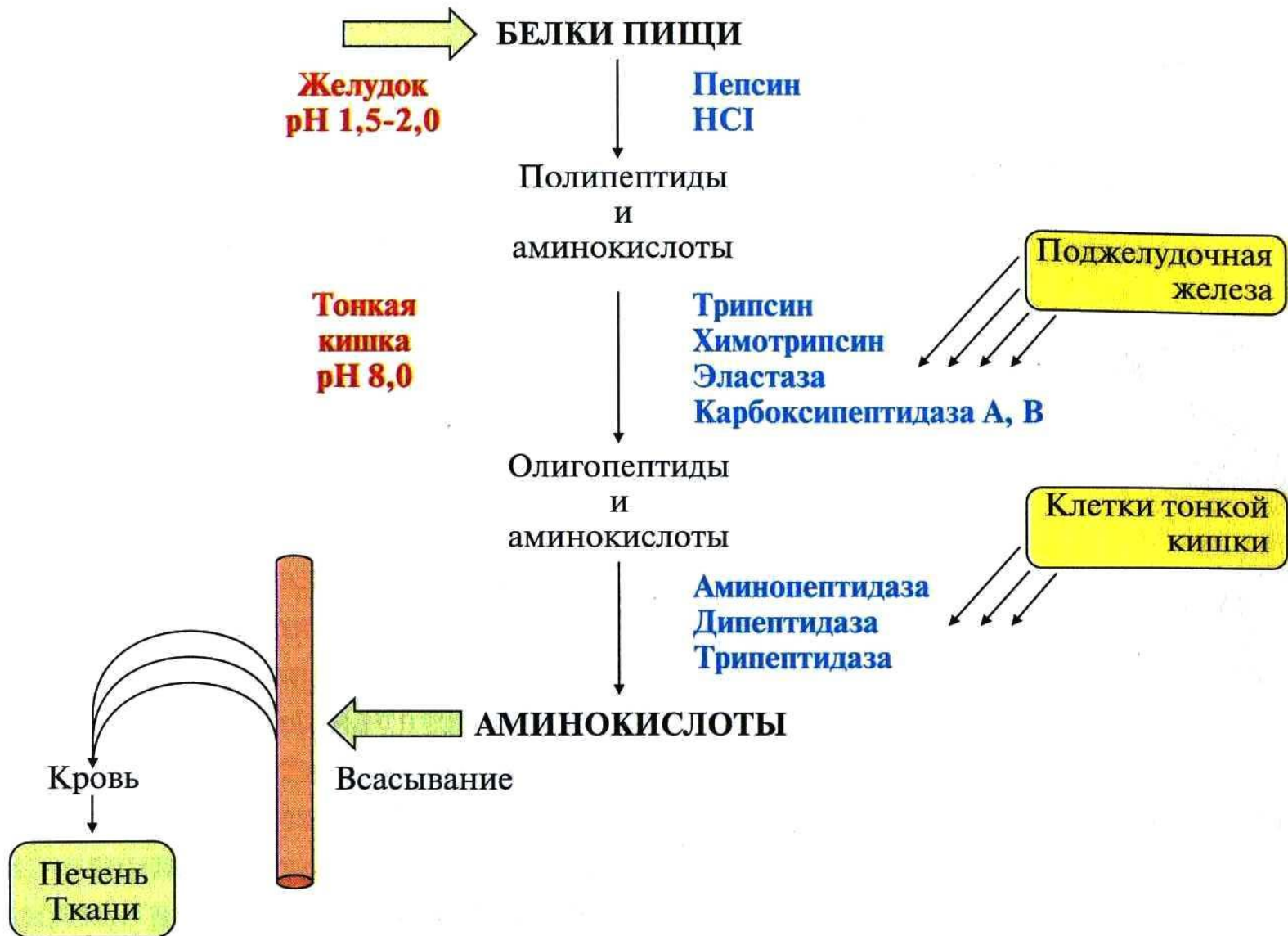
Трипсин  
активный

# Активация протеолитических ферментов



**Биологический  
смысл синтеза  
проферментов –  
защита тканей  
пищеварительных  
желёз от  
самопереваривания  
(аутолиза)**

# Переваривание белков

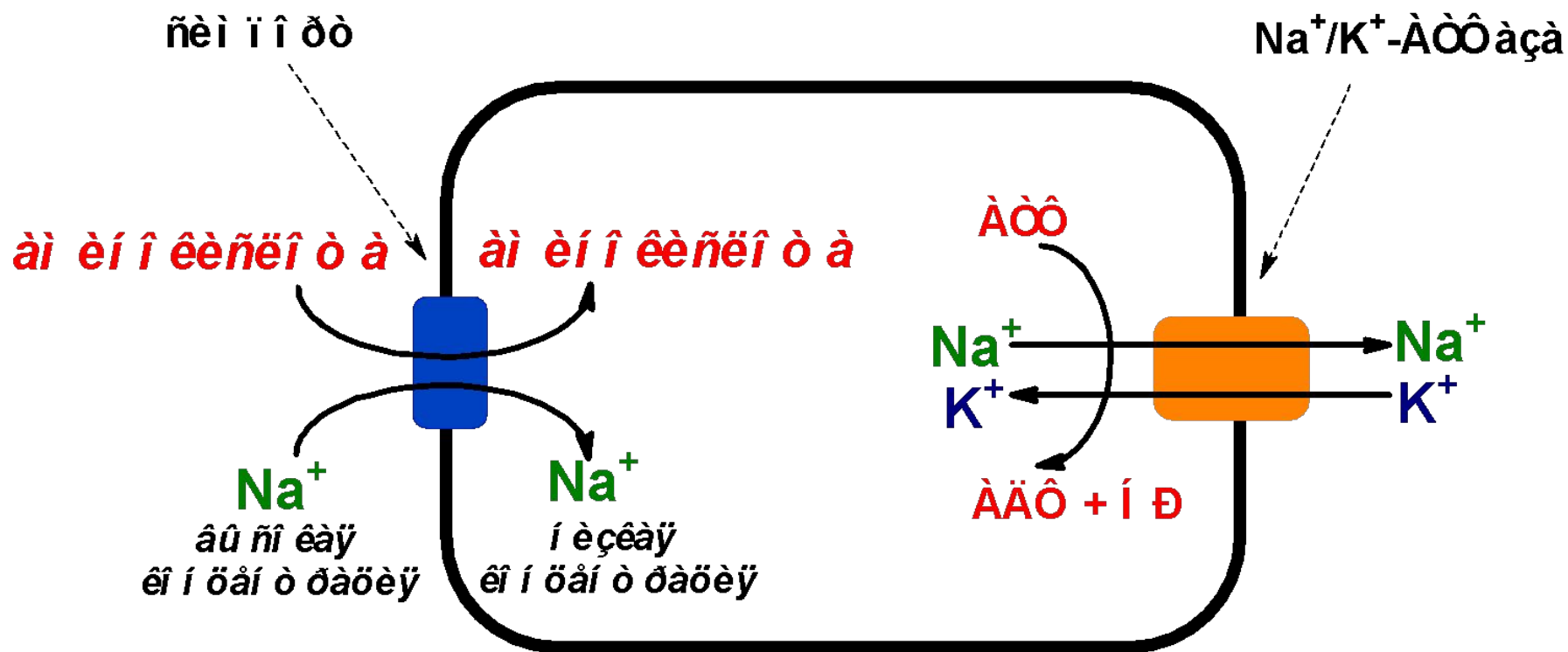


# РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕВАРИВАНИЯ БЕЛКОВ

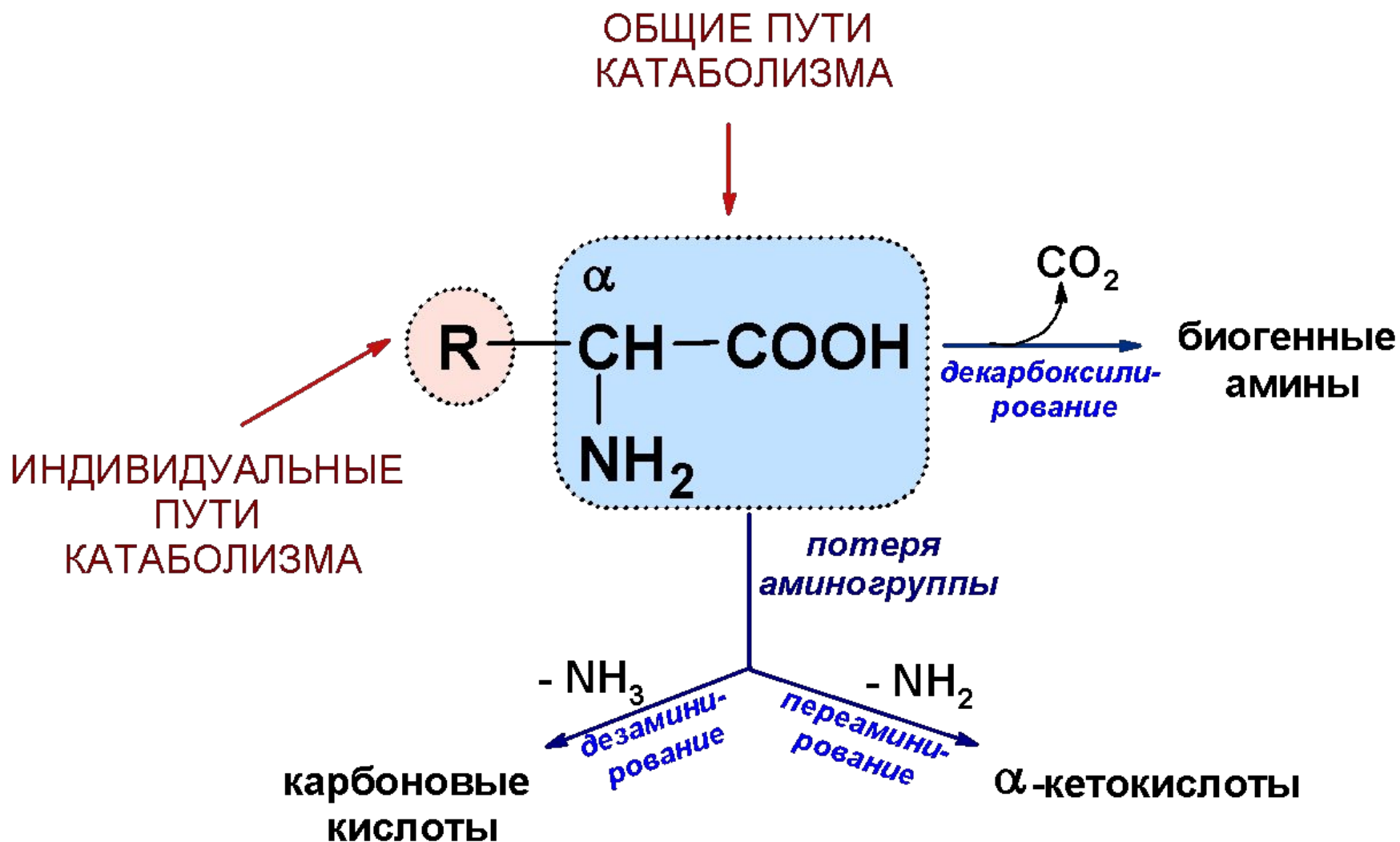
<b>ГОРМОН</b>	<b>МЕСТО ВЫРАБОТКИ</b>	<b>БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ</b>
<b>ГАСТРИН</b>	<b>ПИЛОРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЖЕЛУДКА</b>	<b>УСИЛИВАЕТ СИНТЕЗ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ</b>
<b>ЭНТЕРО- ГАСТРОН</b>	<b>12-ПЕРСТНАЯ КИШКА</b>	<b>ТОРМОЗИТ ВЫРАБОТКУ HCl И ПЕПСИНА</b>
<b>СЕКРЕТИН</b>	<b>12-ПЕРСТНАЯ КИШКА, ТОЩАЯ</b>	<b>УСИЛИВАЕТ СИНТЕЗ БИКАРБОНАТОВ И ЖИДКОЙ ЧАСТИ ПАНКРЕАТИЧЕСКОГО СОКА</b>
<b>ХОЛЕЦИСТО- КИНИН</b>	<b>ТОНКИЙ КИШЕЧНИК</b>	<b>УСИЛИВАЕТ СИНТЕЗ ПАНКРЕОТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ</b>
<b>ВАЗОАКТИВНЫЙ ИНТЕСТЕНАЛЬ- НЫЙ ПЕПТИД (ВИП)</b>	<b>ТОНКИЙ КИШЕЧНИК</b>	<b>СТИМУЛИРУЕТ СИНТЕЗ БИКАРБОНАТОВ ВЫРАБОТКУ ЖЕЛЧИ, ТОРМОЗИТ ДЕЯТЕЛЬ- НОСТЬ ЖЕЛУДОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ</b>
<b>ПАНКРЕОТИЧЕС - КИЙ ПОЛИПЕПТИД (ПП)</b>	<b>ТОНКИЙ КИШЕЧНИК</b>	<b>ТОРМОЗИТ ВЫРА- БОТКУ ПАНКРЕАТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ</b>



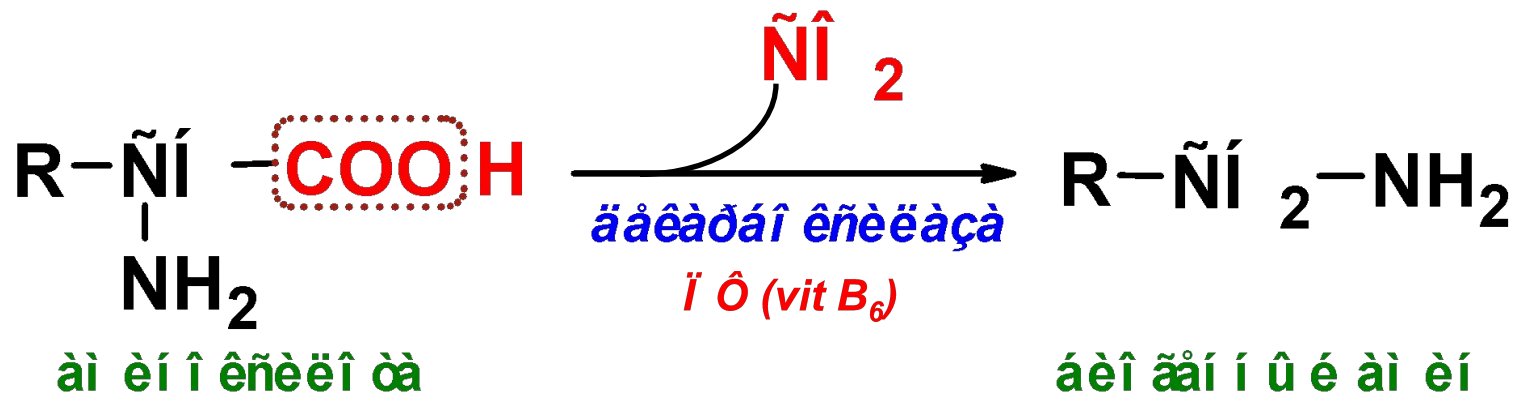
# Механизм всасывания аминокислот в кишечнике



# Катаболизм аминокислот



# Реакции декарбоксилирования

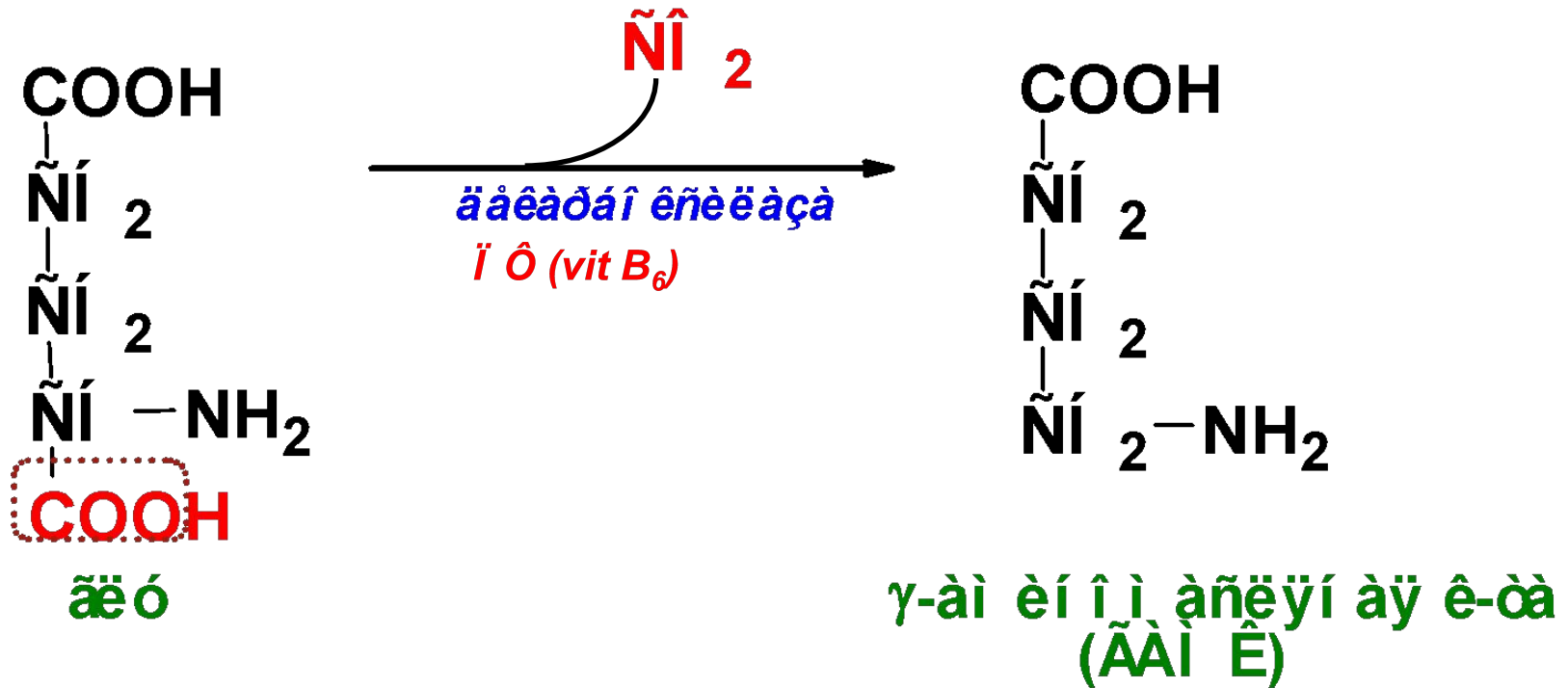


**Декарбоксилирование** – отщепление карбоксильной группы в виде молекулы углекислого газа

# **Биологическая роль реакций декарбоксилирования – образование биогенных аминов, которые могут быть:**

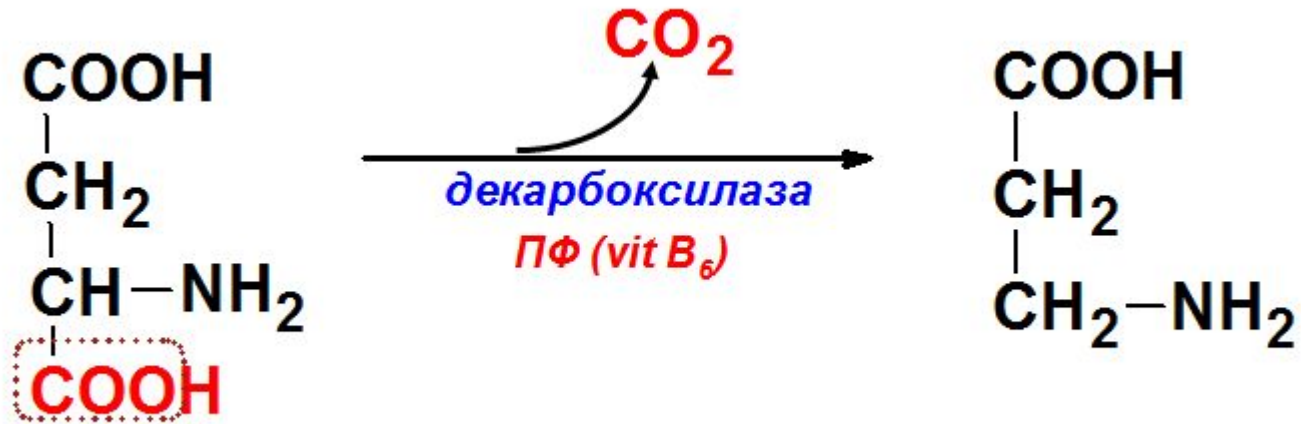
- 1. Гормонами**
- 2. Нейромедиаторами**
- 3. Входить в состав более сложных структур**

# Декарбоксилирование глутаминовой кислоты



ГАМК – тормозной нейромедиатор центральной нервной системы

# Декарбоксилирование аспарагиновой кислоты

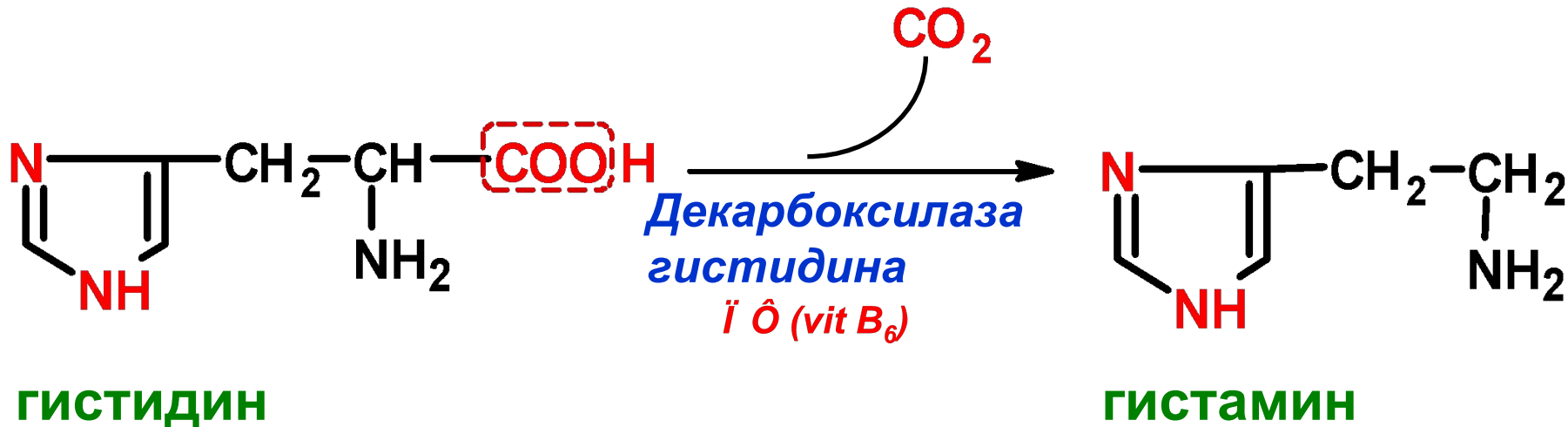


аспартат

β-аланин

β-аланин – структурный компонент пантотеновой кислоты (вит B<sub>3</sub>) и дипептидов мышечной ткани – карнозина и анзерина

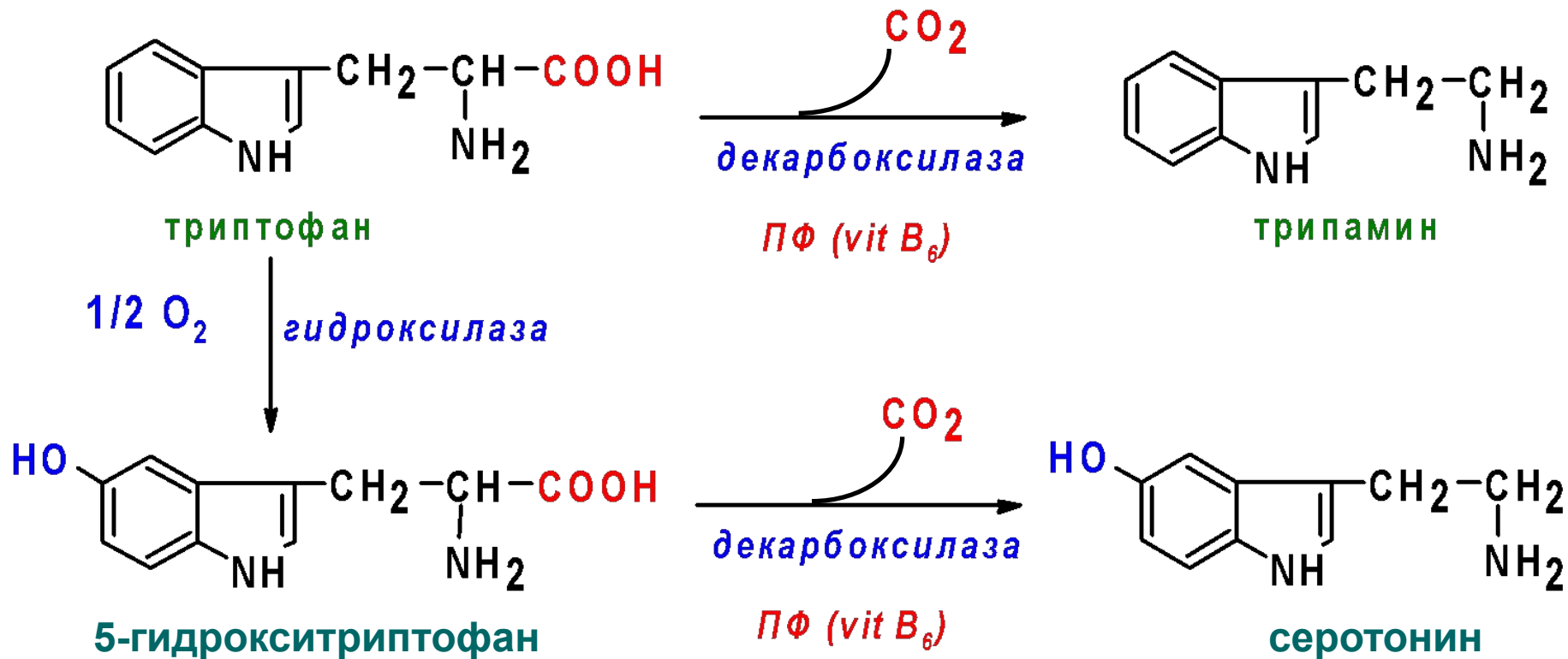
# Декарбоксилирование гистидина



## Гистамин:

1. Расширяет сосуды (вызывает гиперемию, гипертермию),
2. Обеспечивает приток крови (и соотв. лейкоцитов к месту воспаления, травмы, укуса и т.д.), т.е. участвует в воспалительных реакциях,
3. Является медиатором боли,
4. Усиливает секрецию соляной кислоты в желудке,
5. Вызывает аллергические реакции

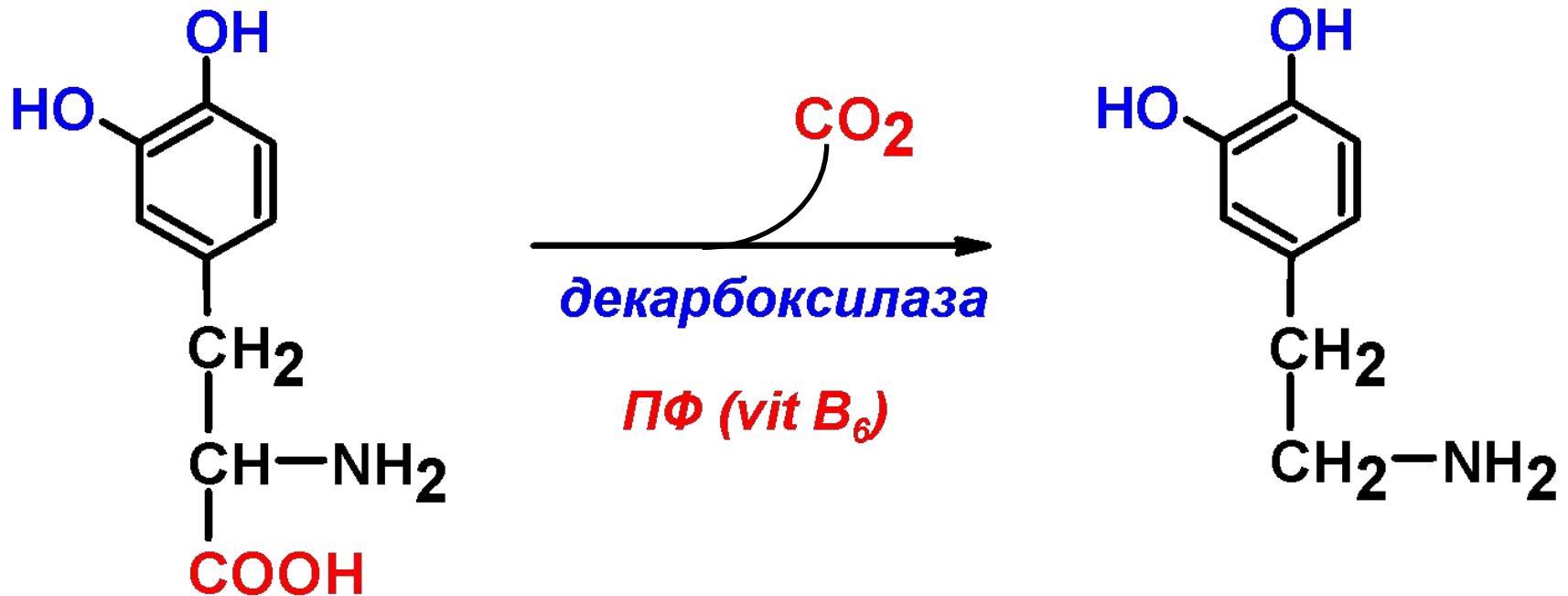
# Декарбоксилирование триптофана



Триптамин – внутриклеточный регулятор, нейромедиатор.  
Серотонин – нейромедиатор, суживает сосуды, обеспечивает поддержание температуры, участвует в процессах памяти, обучения и т.д.



# Декарбоксилирование ДОФА

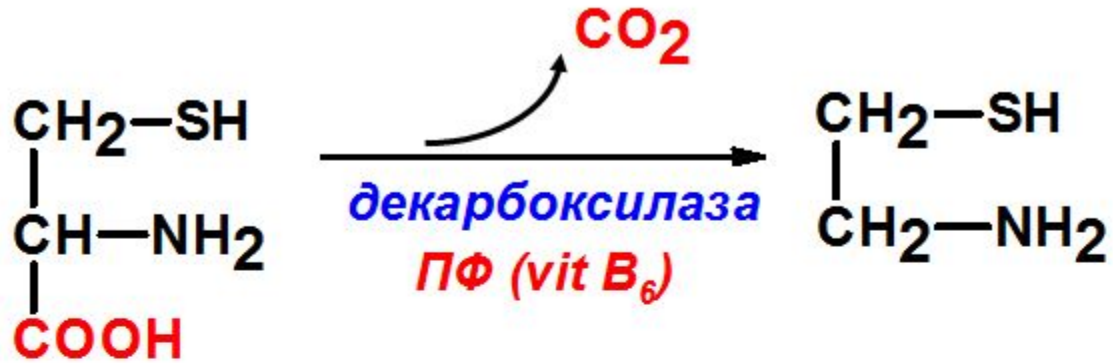


диоксифенилаланин  
(ДОФА)

дофамин

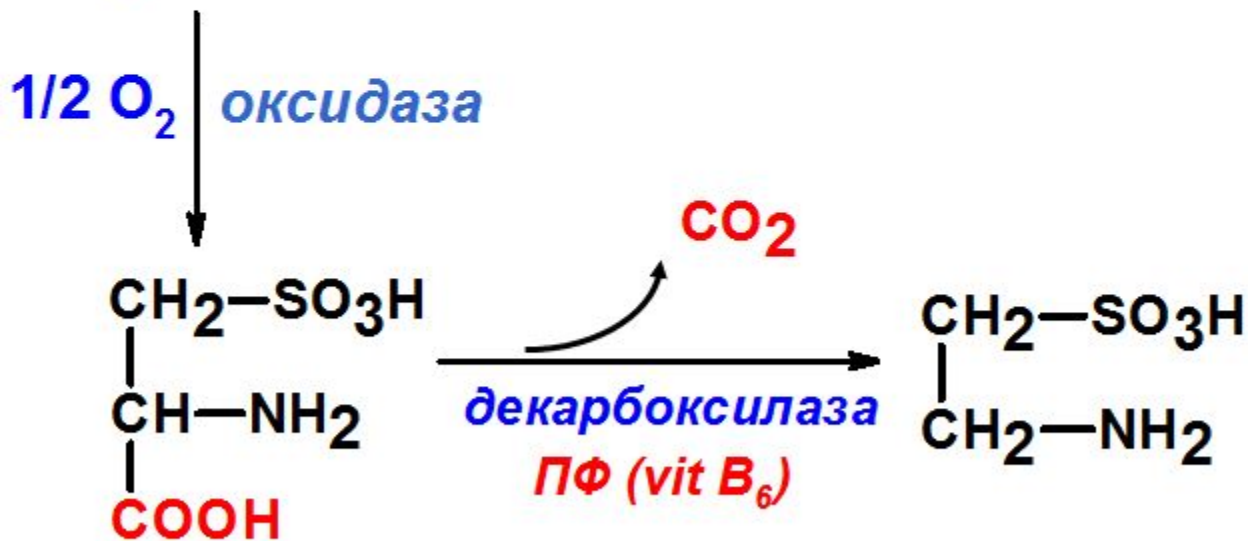
Дофамин – нейромедиатор, предшественник норадреналина и адреналина

# Декарбоксилирование цистеина



ЦИСТЕИН

ТИОЭТИЛАМИН



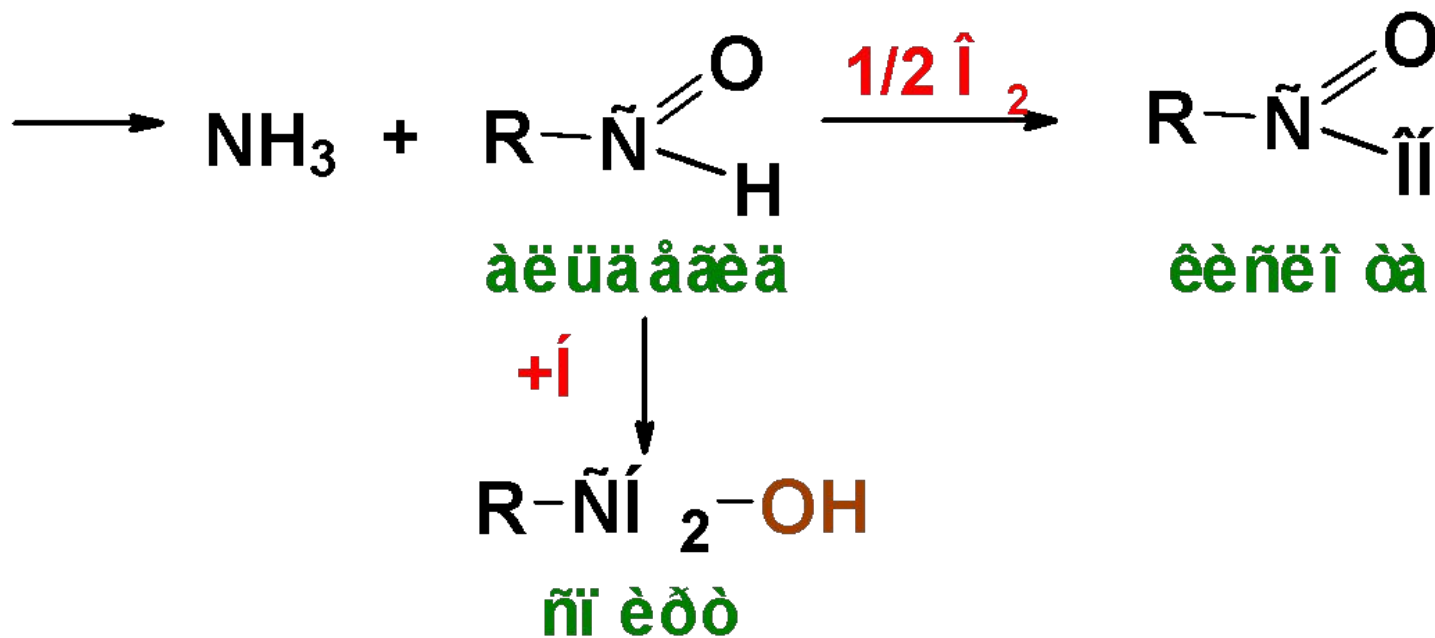
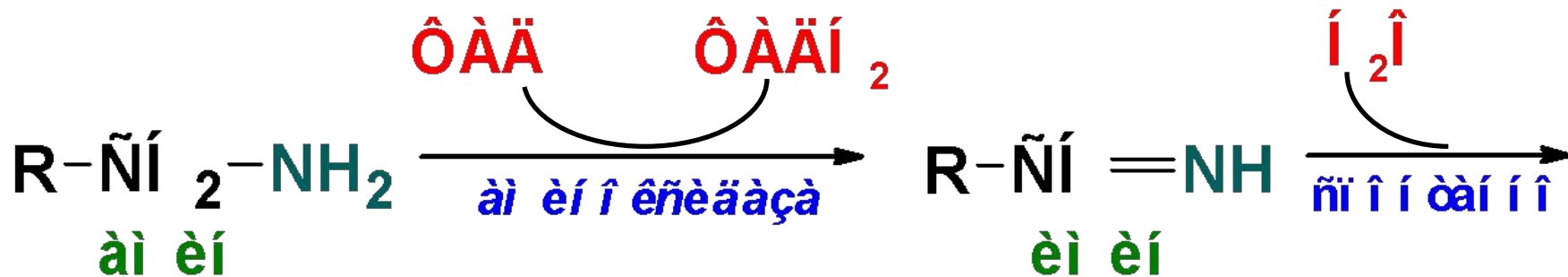
ЦИСТЕИНОВАЯ  
КИСЛОТА

таурин

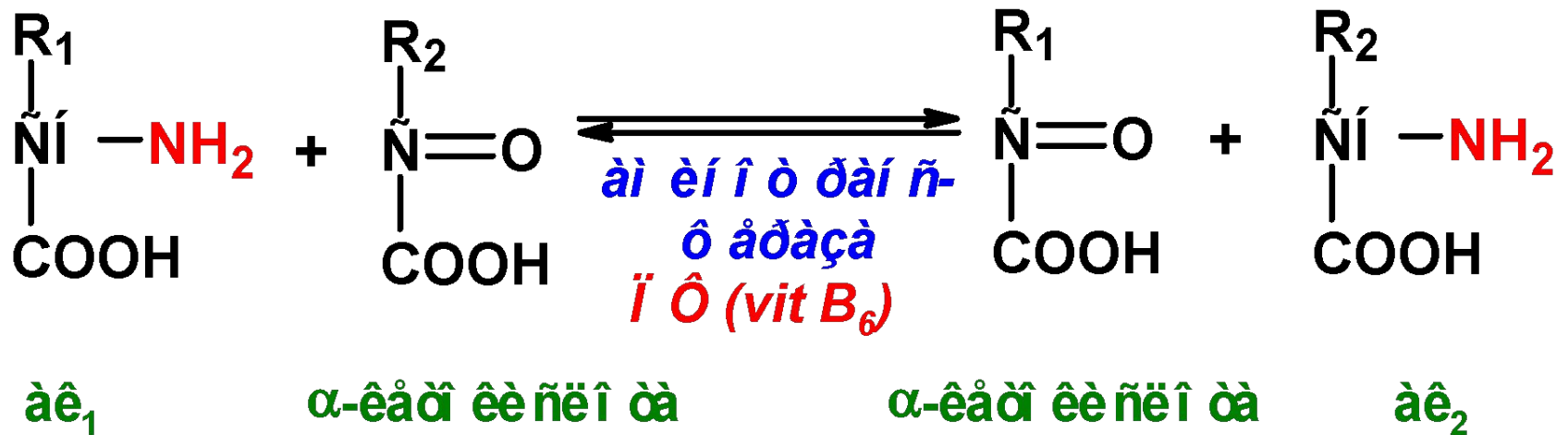
Тиоэтиламин –  
входит в состав  
КоА;

Таурин:  
- структурный  
компонент парных  
желчных кислот,  
участвует в  
переваривании и  
всасывании  
липидов;  
- обладает  
антиоксидантным  
действием.

# Обезвреживание биогенных аминов



# Реакции трансаминирования



# Вещества, участвующие в трансаминировании:

- **Аминокислоты** – практически все, кроме треонина, лизина и пролина, но особенно активны глу, асп, ала;
- **Кетокислоты** – только три – ПВК, ЩУК и  $\alpha$ -КГ
- **ПФ** – активная форма витамина В<sub>6</sub>

**Ферменты** – трансаминазы, или аминотрансферазы, специфичны к донорно-акцепторной паре

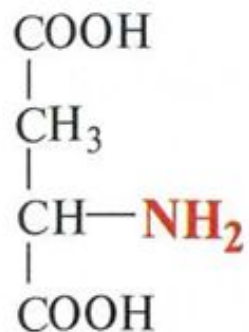
# **Роль пиридоксальфосфата в трансаминировании –**

**является промежуточным  
переносчиком аминокетильной  
группы (первичным акцептором)**

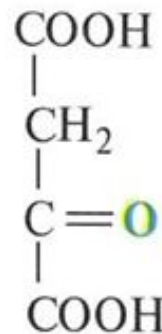
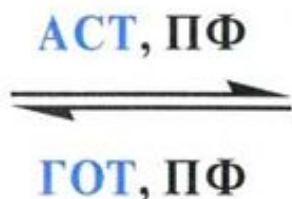
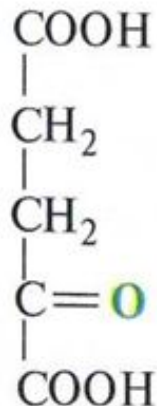
# **Биологическая роль трансаминирования**

- **Путь синтеза заменимых аминокислот**
- **Путь перераспределения азота без образования токсичного аммиака**
- **Путь пополнения энергетического материала (образование субстратов окислительного декарбоксилирования ПВК и ЦТК)**

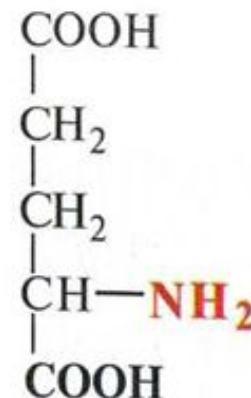
# Реакции трансаминирования



+



+

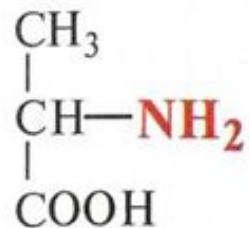


Аспаргат

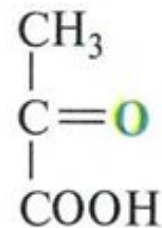
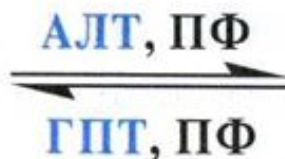
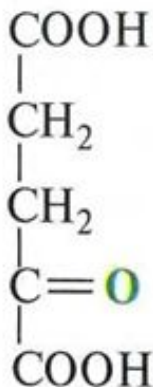
$\alpha$ -Кетоглутарат

Оксалоацетат

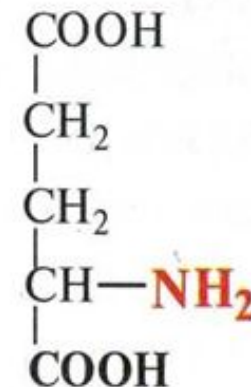
Глутамат



+



+



Аланин

$\alpha$ -Кетоглутарат

Пируват

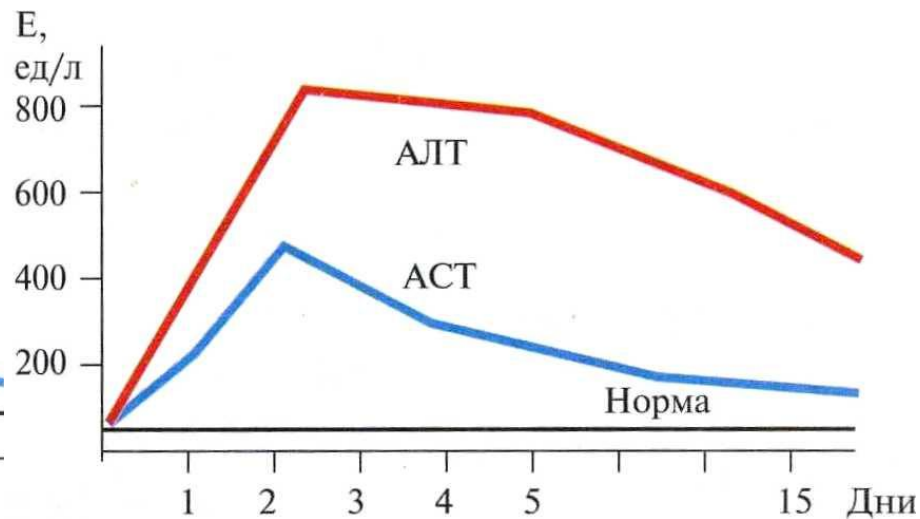
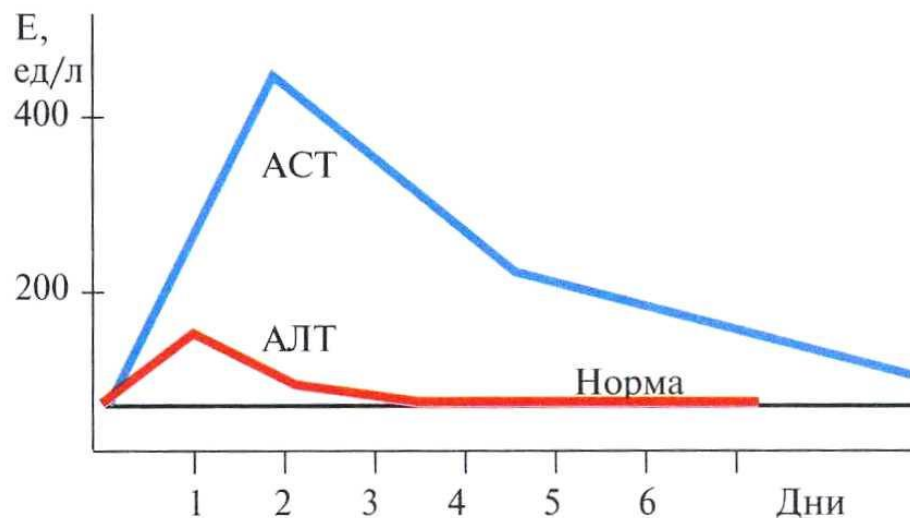
Глутамат



# Изменение активности трансаминаз

при инфаркте

при остром гепатите



Коэффициент де Ритиса

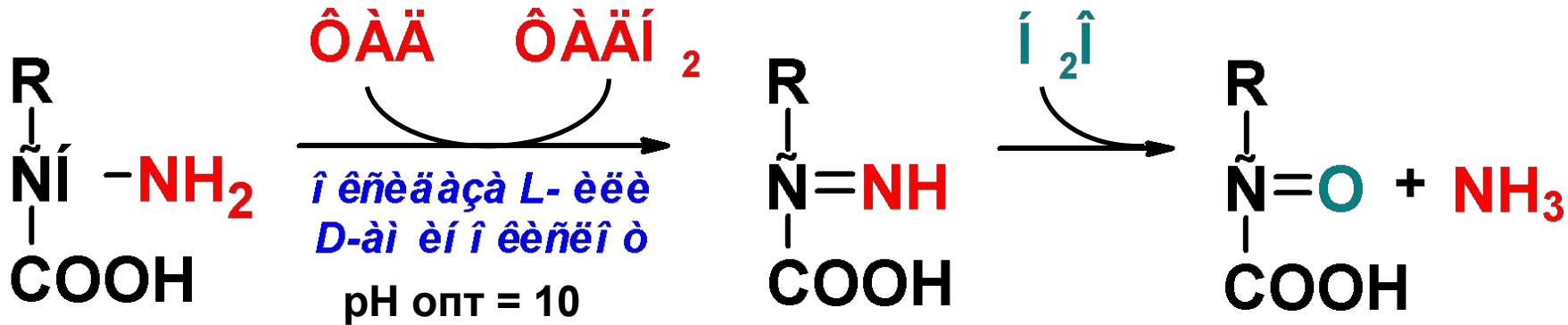
$$\frac{\text{АСТ}}{\text{АЛТ}} = 1,33$$

# Типы реакций дезаминирования

Дезаминирование – отщепление  
аминогруппы в виде молекулы аммиака

- Восстановительное
- Гидролитическое
- Внутримолекулярное
- Окислительное

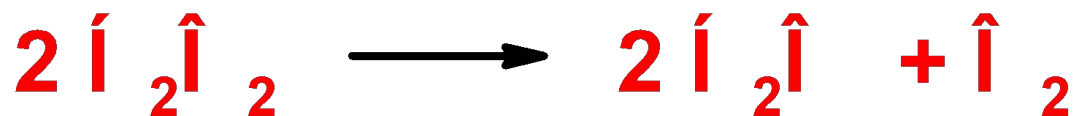
# Окислительное дезаминирование



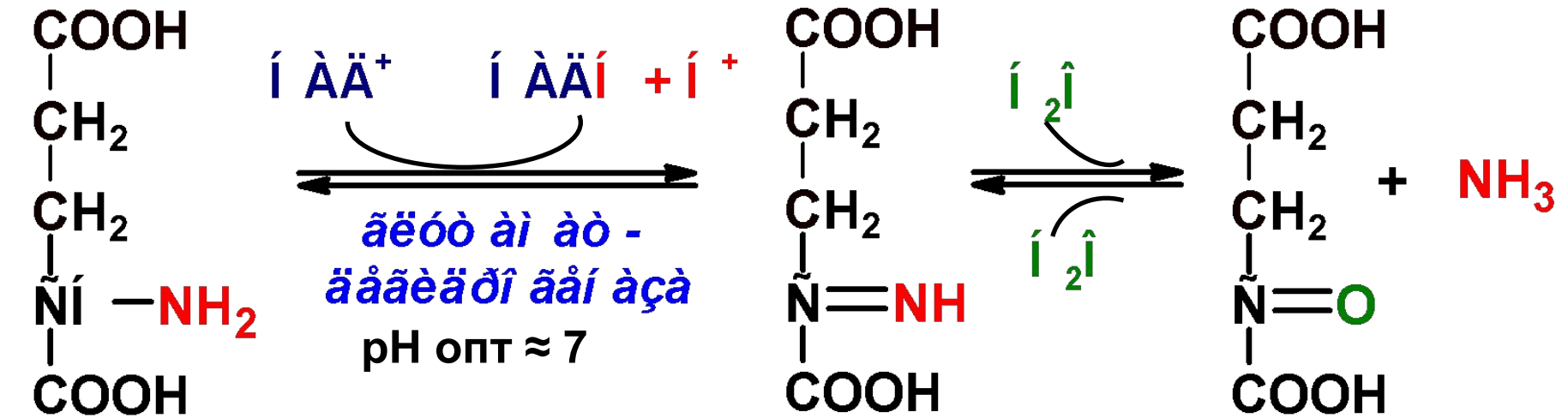
àì èí î êñèëî òà

èì èí î êèñëî òà

êàõî êèñëî òà



# Окислительное дезаминирование глутамата



α-кетоглутарат

α-кетоглутарат

α-кетоглутарат

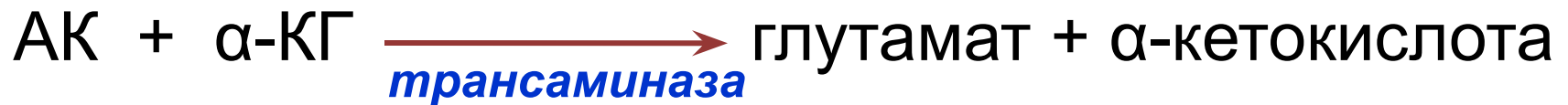
$\text{NADH} + \text{H}^+ \xrightarrow{\text{---}} 3 \text{ АТФ}$

# Отличия и роль процесса дезаминирования глутамата

- Глутаматдегидрогеназа активна при физиологических значениях pH;
- Глутаматдегидрогеназа обладает обратимостью действия (обратный процесс – восстановительное аминирование – путь обезвреживания аммиака);
- Глутаматдегидрогеназа в качестве кофермента содержит НАД (а не ФАД);
- Восстановленный НАД – источник 3 молекул АТФ в дыхательной цепи.

# Непрямое дезаминирование (трансдезаминирование) аминокислот

## 1. трансаминирование



## 2. дезаминирование глутамата



# Непрямое дезаминирование аминокислот

