

***МЕТАБОЛИЗМ  
БЕЛКОВ  
И АМИНОКИСЛОТ***

Гидролитическое расщепление белков и полипептидов, поступающих вместе с пищей, происходит под действием **протеолитических специфических и неспецифических ферментов** (протеиназ и пептидаз):

- Эндо- и экзопептидазы;
- Амино- и карбоксипептидазы;
- Сериновые, цистеиновые и др. пептидазы

Образующиеся аминокислоты поступают в кровь и переносятся к различным органам и тканям.

Внутриклеточный протеолиз осуществляется различными лизосомальными протеазами, аминокси- и карбоксипептидазами, дипептидазами.

Большинство внутриклеточных протеолитических ферментов заключено в ***протеасомы***.

$\frac{2}{3}$  аминокислот, поступающих в клетки и образующихся в процессе внутриклеточного протеолиза, вовлекаются в биосинтез белка. Остальные подвергаются катаболизму.

Основными катаболическими превращениями аминокислот являются:

- дезаминирование;
- трансаминирование;
- декарбоксилирование.

Продуктами **декарбоксилирования** аминокислот являются **биогенные амины**:

- гистамин (продукт декарбоксилирования гистидина),
- тирамин (из тирозина),
- кадаверин (из лизина),
- $\gamma$ -аминомасляная кислота (из глутамата),
- этаноламин (из серина),
- дофамин (из тирозина),
- серотонин (из окситрипрофана) и др.

Декарбоксилирование аминокислот  
необратимый ферментативный процесс,  
катализируемый **декарбоксилазами**  
аминокислот.

Кофактор декарбоксилаз аминокислот –  
**пиридоксальфосфат**.

**Дезаминирование аминокислот** – отщепление  $\alpha$ -аминогруппы – может происходить различными путями:

восстановительное,

гидролитическое,

внутримолекулярное (элиминирующее),

**окислительное.**

Основным типом является **окислительное дезаминирование.**

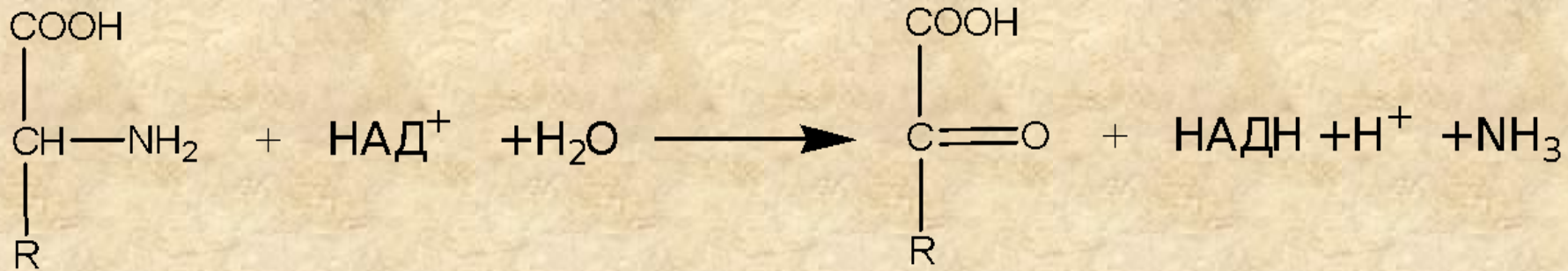
**Окислительное дезаминирование**  
катализируется:

**- НАД-зависимыми дегидрогеназами**  
**аминокислот;**

**- ФАД (ФМН)-зависимыми оксидазами**  
**аминокислот.**

Продукты окислительного дезаминирования –  
 **$\alpha$ -кетокислоты.**





***α-аминокислота***

***α-кетокислота***



***α-аминокислота***

***α-кетокислота***

# **ТРАНСАМИНИРОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ**

## ***Трансаминирование***

***(переаминирование)*** аминокислот – реакция межмолекулярного переноса аминогруппы от  $\alpha$ -аминокислоты на  $\alpha$ -кетокислоту без промежуточного образования аммиака.

**Ферменты: *аминотрансферазы*  
*(трансаминазы)***

**Кофермент: *пиридоксальфосфат***



$\alpha$ -аминок-та<sub>s</sub>  
та<sub>p</sub>

$\alpha$ -кеток-та<sub>s</sub>

$\alpha$ -кеток-та<sub>p</sub>

$\alpha$ -аминок-

$\alpha$ -аминокислота<sub>s</sub> + пиридоксальфосфат-Е →  
→  $\alpha$ -кетокислота<sub>p</sub> + пиридоксаминфосфат-Е

$\alpha$ -кетокислота<sub>s</sub> + пиридоксаминфосфат-Е →  
→  $\alpha$ -аминокислота<sub>p</sub> + пиридоксальфосфат-Е

**Аммиак**, образующийся при дезаминировании, используется:

- для синтеза заменимых аминокислот – восстановительное аминирование;
- для синтеза азотсодержащих соединений.

Избыточный аммиак – продукт катаболизма – должен быть инактивирован и выведен из организма.

# ***ТИПЫ АЗОТИСТОГО ОБМЕНА***

в зависимости от формы выведения  
аммиака

***Аммонотелический тип*** у водных животных. Конечный продукт – **аммиак**, выделяющийся непосредственно в воду.

***Уреотелический тип*** у наземных позвоночных. Конечный продукт – **мочевина**.

***Урикотелический тип*** у рептилий и птиц. Конечный продукт – **мочевая кислота**.

# ***БИОСИНТЕЗ ГЛУТАМИНА***

Образование **амидов** (глутамина и аспарагина) – процесс первичного связывания аммиака в клетках.

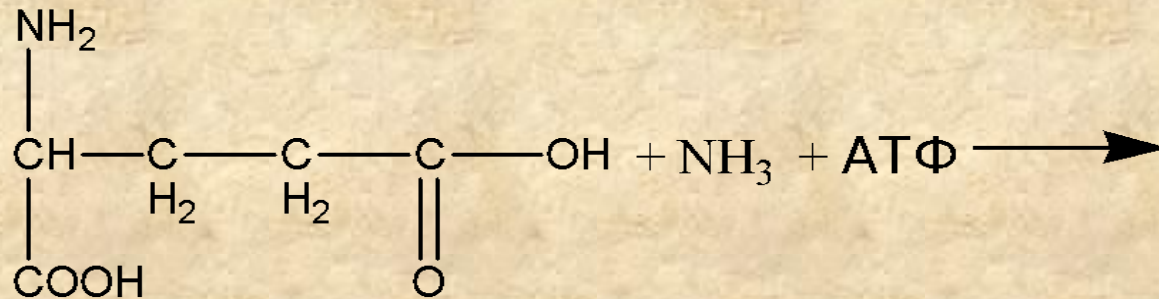
***Биосинтез глутамина*** – наиболее распространенный путь связывания и обезвреживания аммиака в организме.

Глутамин – нетоксичная форма транспортировки и хранения аммиака.

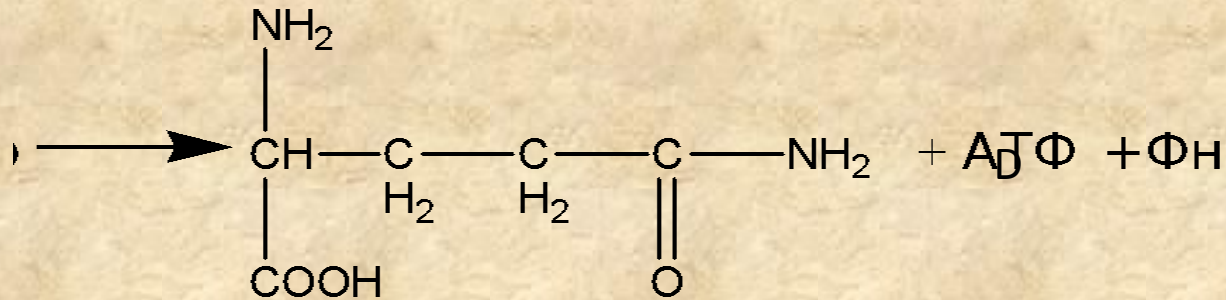
Фермент: ***глутаминсинтетаза***

Фермент:

**глутаминсинтетаза**



*глутаминовая кислота*

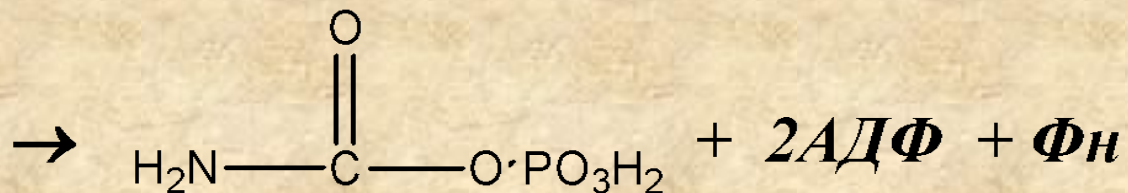
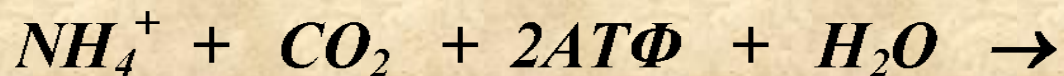


*глутамин*

# ОРНИТИНОВЫЙ ЦИКЛ МОЧЕВИНООБРАЗОВАНИЯ

## 1. Синтез карбамоилфосфата

Фермент: *карбамоилфосфат-синтетаза*



*карбамоилфосфат*

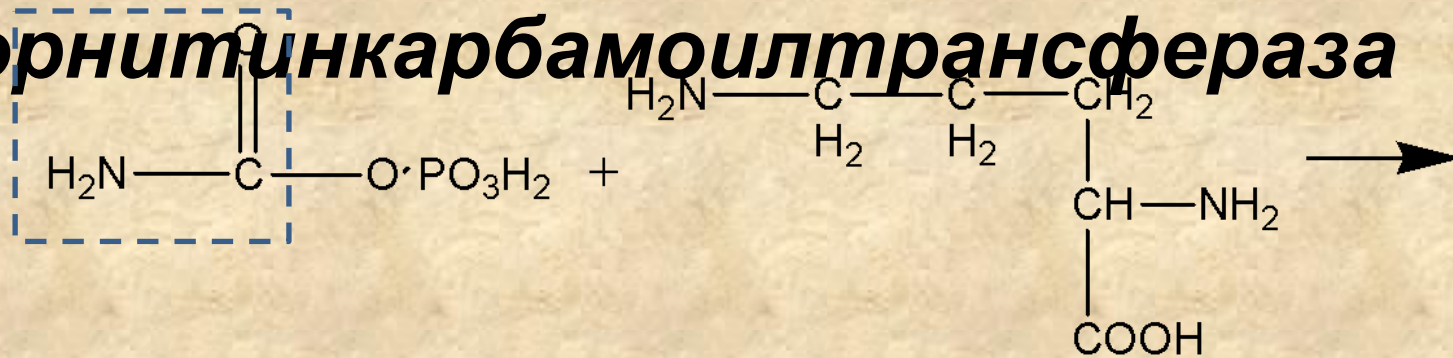
Синтез карбамоилфосфата происходит в митохондриях клеток печени. Донор азота только аммиак (а не амины и другие азотсодержащие соединения).



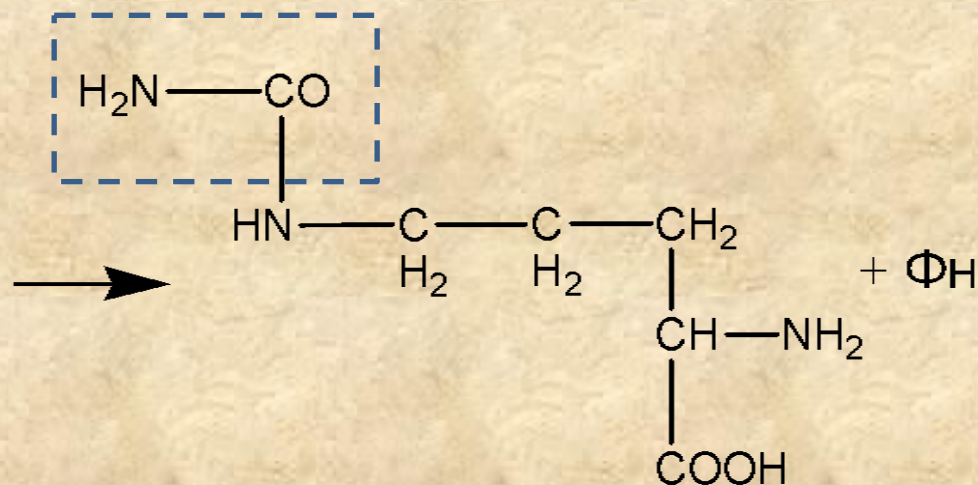
## 2. Образование цитруллина

Фермент:

**орнитинкарбамоилтрансфераза**



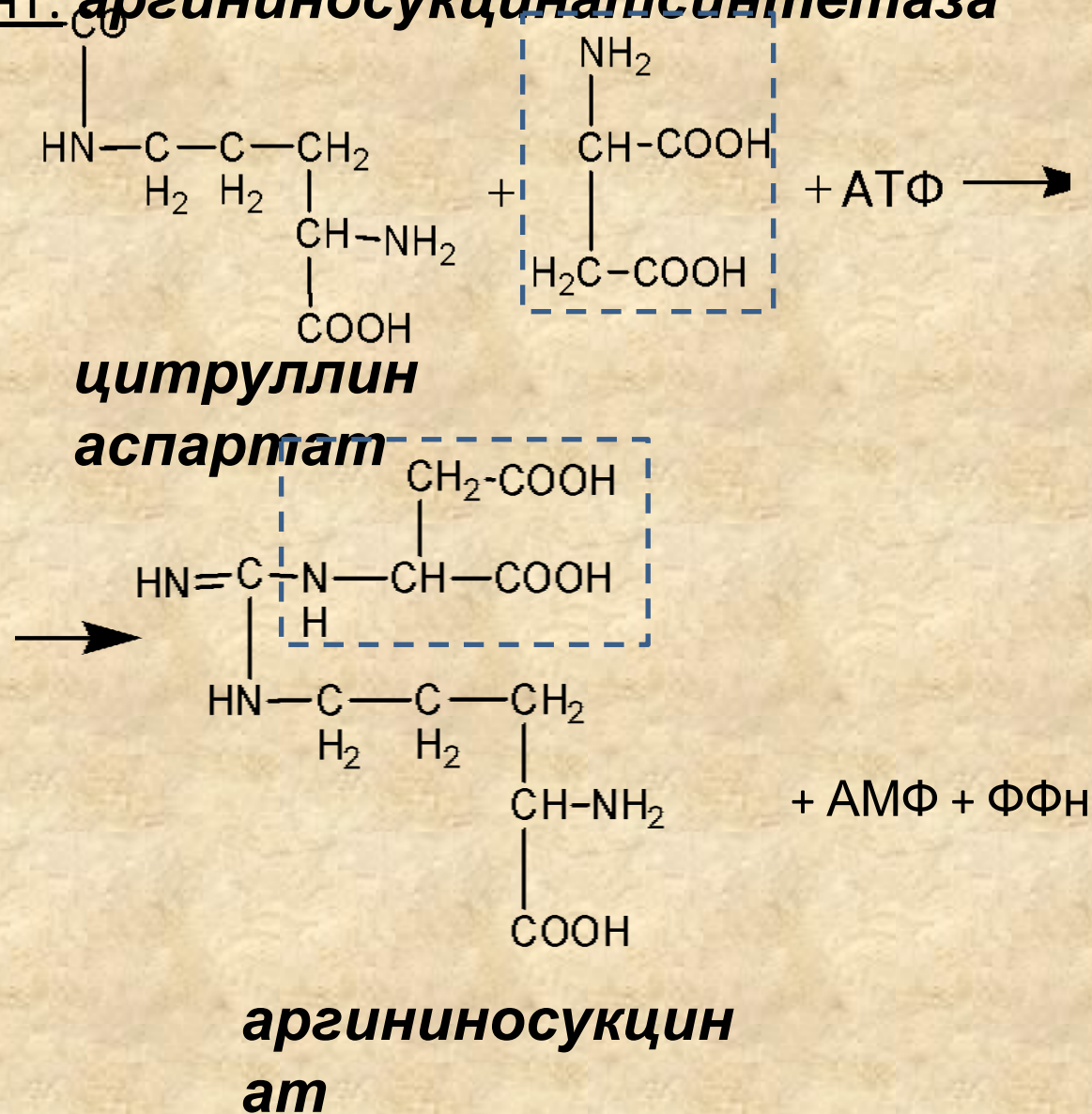
**орнитин**



**цитруллин**

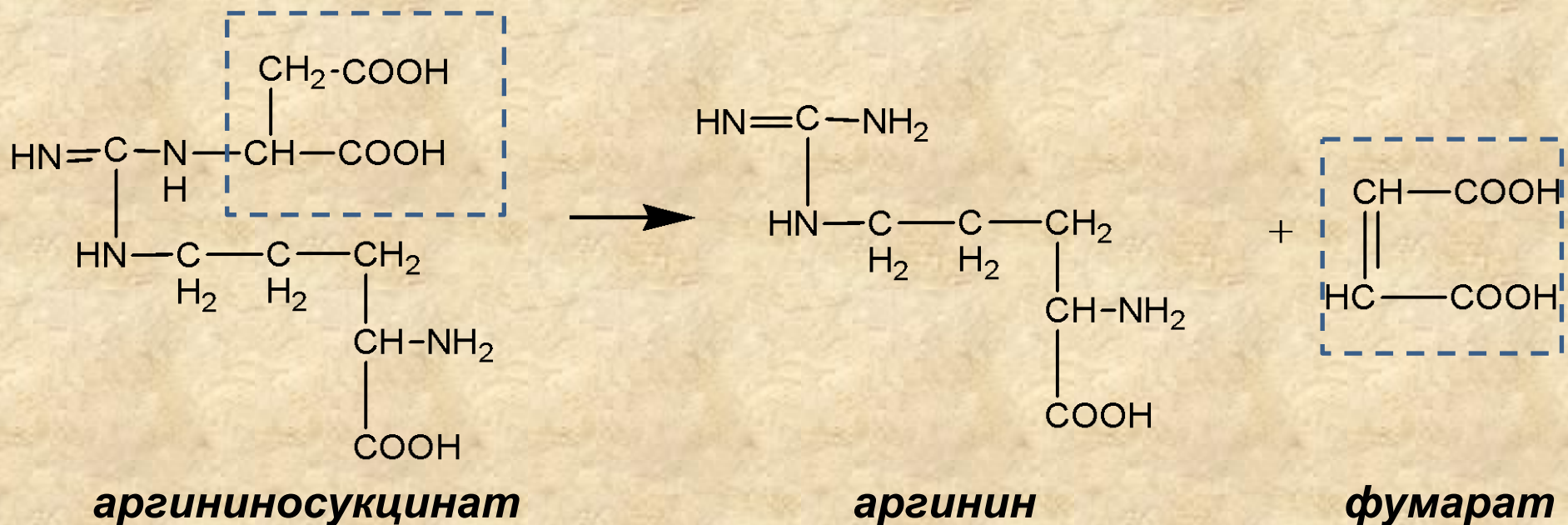
### 3. Взаимодействие цитруллина с аспарагиновой кислотой

Фермент: **аргининосукцинатсинтетаза**



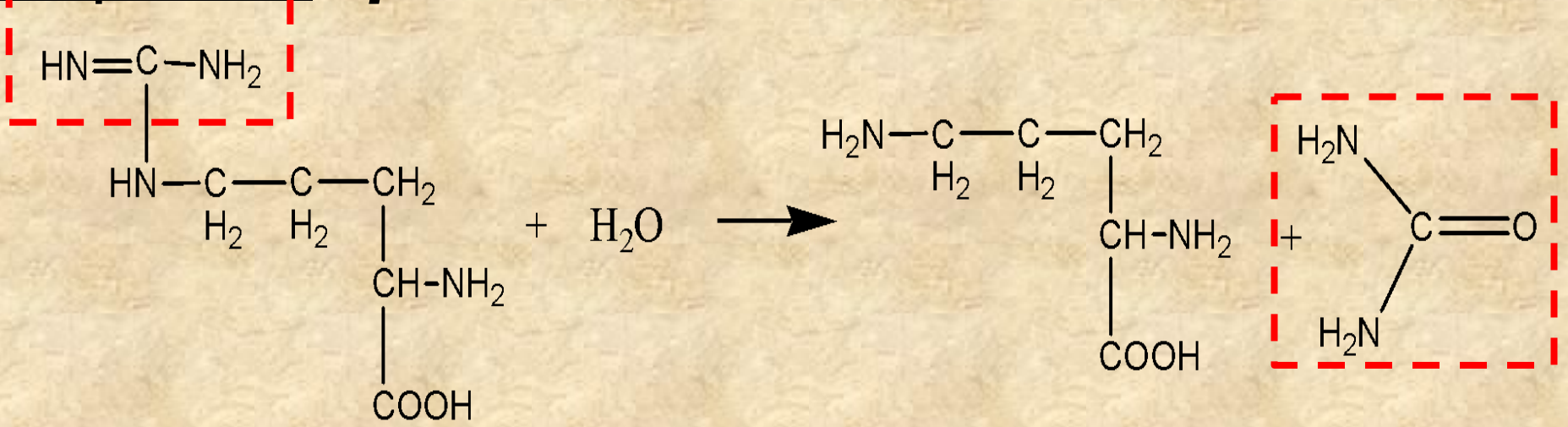
## 4. Образование аргинина

Фермент: **аргининосукцинатаза**



# 5. Гидролиз аргинина с образованием мочевины

Фермент: аргиназа

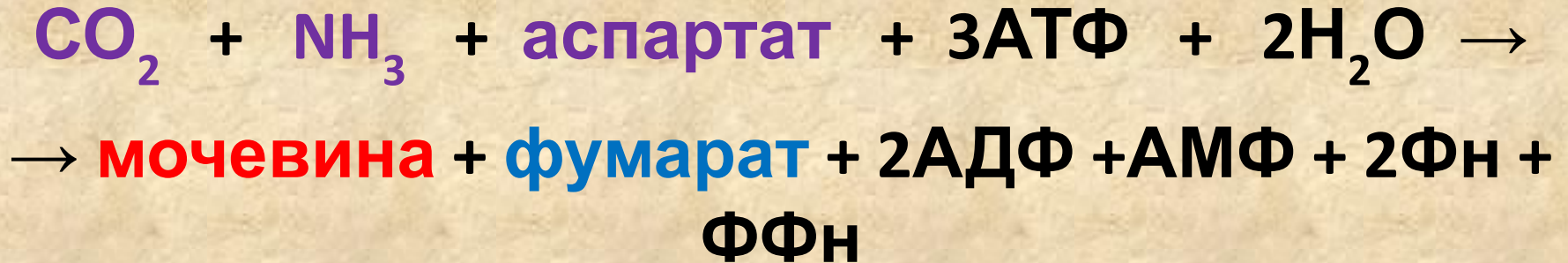


**аргинин**

**орнитин**

**мочевина**

## Суммарное уравнение мочевинообразования



# **БИОСИНТЕЗ АМИНОКИСЛОТ**

Аминокислоты, образующиеся при гидролизе белков:

2/3 расходуются на синтез белка;

1/3 катаболизируются.

Т.е. 1/3 аминокислот должна синтезироваться **ВНОВЬ**.

# **БИОСИНТЕЗ ЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТ**

**Заменяемые аминокислоты:**

**ала, асн, асп, гли, глн, глу, про, сер, тир,  
цис**

**Незаменимые аминокислоты:**

**вал, иле, лей, лиз, мет, тре, три, фен, арг,  
гис**

Углеродный скелет образуется из  
промежуточных метаболитов:

гликолиза,

пентозомонофосфатного пути

цикла Кребса.

## ***Пути синтеза:***

- прямое аминирование  $\alpha$ -кетокислот или ненасыщенных карбоновых кислот;
- переаминирование;
- взаимопревращение аминокислот.