

# ОБМЕН БЕЛКОВ

Подготовила:  
студентка 3 курса 5  
группы специальности  
ППиООП  
Войтович Наталия



# Обмен белков

Белки, поступающие с пищей, в своем неизменном виде не могут быть усвоены организмом. В желудочно-кишечном тракте белки подвергаются ферментативному расщеплению (гидролизу)\* до отдельных аминокислот. Аминокислоты связаны друг с другом пептидными связями, которые под воздействием ферментов разрушаются. Полный гидролиз означает разрушение всех пептидных связей в белке, и образование свободных аминокислот. В пищеварительном тракте белки гидролизуются под действием ферментов, каждый из которых обладает специфичностью действия, заключающейся в расщеплении пептидных связей, образованных строго определенными аминокислотами. Фермент, под действием которого происходит разрыв пептидных связей между одними аминокислотами, остаётся не активным относительно других участков полипептидной цепи.



В желудке, в результате ферментативного гидролиза, происходит упрощение структуры белковых молекул : распад длинных полипептидных цепей на более короткие (без образования свободных аминокислот). Переваривание белков завершается в тонком кишечнике, где поступившие из желудка короткие пептидные цепи расщепляются до отдельных аминокислот. Наряду с отдельными аминокислотами через стенку кишечника в кровь могут всасываться и некоторые короткие пептиды, представляющие собой соединения из нескольких аминокислот. При попадании в ток крови, не расщеплённые до отдельных аминокислот полипептиды, оказывают на организм ярко выраженное токсическое действие. Всосавшиеся в кровь аминокислоты с током крови доставляются в различные клетки и ткани организма, где из них синтезируются белки с характерной для данного организма последовательностью соединения аминокислот в полипептидных цепях.



Белки, в отличие от жиров и углеводов, не депонируются в организме. Аминокислоты, поступившие в ток крови и не использованные для синтеза белков, подвергаются распаду с последующей утилизацией конечных продуктов их метаболизма. Часть аминокислот может быть использовано в процессе синтеза жиров и углеводов. Из аминокислот в клетках печени синтезируется креатин, - соединение, играющее важную роль в энергетике мышечных сокращений. В результате катаболизма (распада) аминокислот в организме образуются аммиак, углекислый газ и вода, - вещества, являющиеся конечными продуктами распада аминокислот.

Чрезмерное потребление белков вызывает усиленную работу пищеварительного аппарата, ведёт к перенапряжению систем и органов, участвующих в обезвреживании и выведении из организма конечных продуктов белкового обмена.

При избыточном поступлении белков с пищей в желудочно-кишечном тракте образуются продукты их неполного расщепления. При попадании в нижние отделы кишечника не переваренные белки под действием кишечных бактерий, образующих микрофлору толстого кишечника, подвергаются гниению с выделением ядовитых веществ (индола, фенола, крезола и др.).

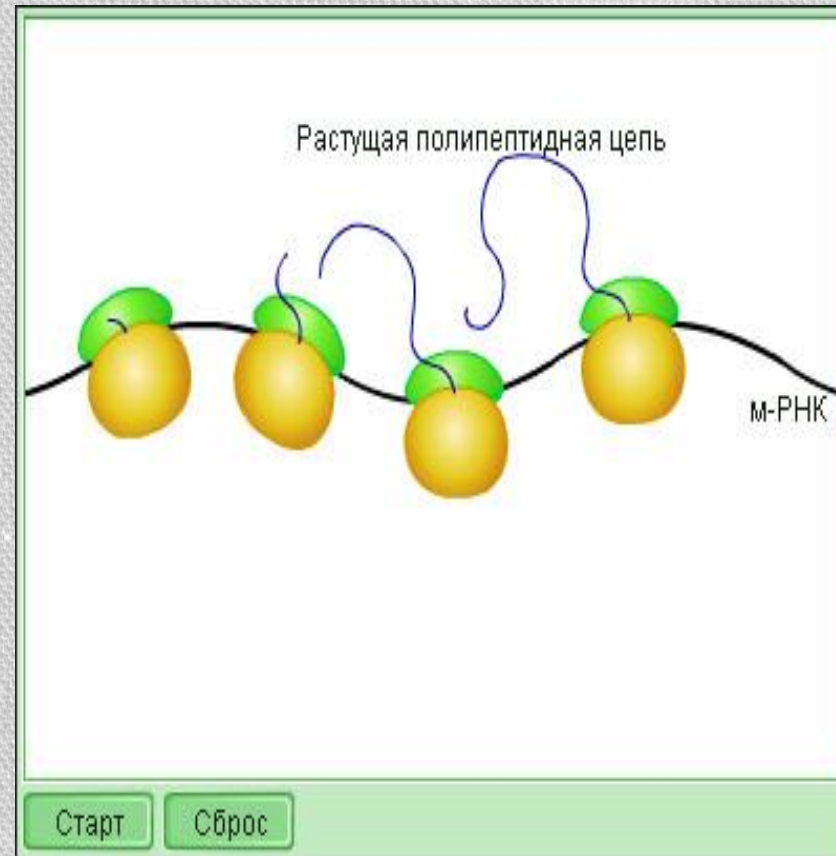
В основе существования всех живых систем лежит непрерывная взаимосвязь двух динамических процессов : катаболизма и анаболизма. В организме постоянно происходит непрерывный распад и синтез белковых молекул – расщепление белков до аминокислот (катаболизм) и построение новых белковых молекул (анаболизм).

Аминокислоты, не использованные в процессе белкового синтеза, могут служить в качестве субстратов для цикла трикарбоновых кислот, то есть являться источником энергии в мышечной клетке (пролин, метионин, валин, фенилаланин, аргинин, глутамин, аспарагин, тирозин). Такие аминокислоты как серин, глицин, цистеин, треонин и аланин являются предшественниками пировиноградной кислоты; лейцин, изолейцин, триптофан, тирозин, лизин – уксусной кислоты.

С током крови аминокислоты направляются в печень, в клетках которой локализованы процессы по превращению аминокислот в такой важный источник энергии для всех клеток организма, каким является глюкоза. Также из аминокислот в печени могут синтезироваться жирные кислоты.

# Синтез белка

- Синтез белка (*трансляция*) является самым сложным из биосинтетических процессов: он требует очень большого количества ферментов и других специфических макромолекул, общее количество которых, видимо, доходит до трёхсот. Часть из них к тому же объединены в сложную трёхмерную структуру рибосом. Но несмотря на большую сложность синтез протекает с чрезвычайно высокой скоростью (десятки аминокислотных остатков в секунду). Процесс может замедляться и даже останавливаться ингибиторами-антибиотиками.

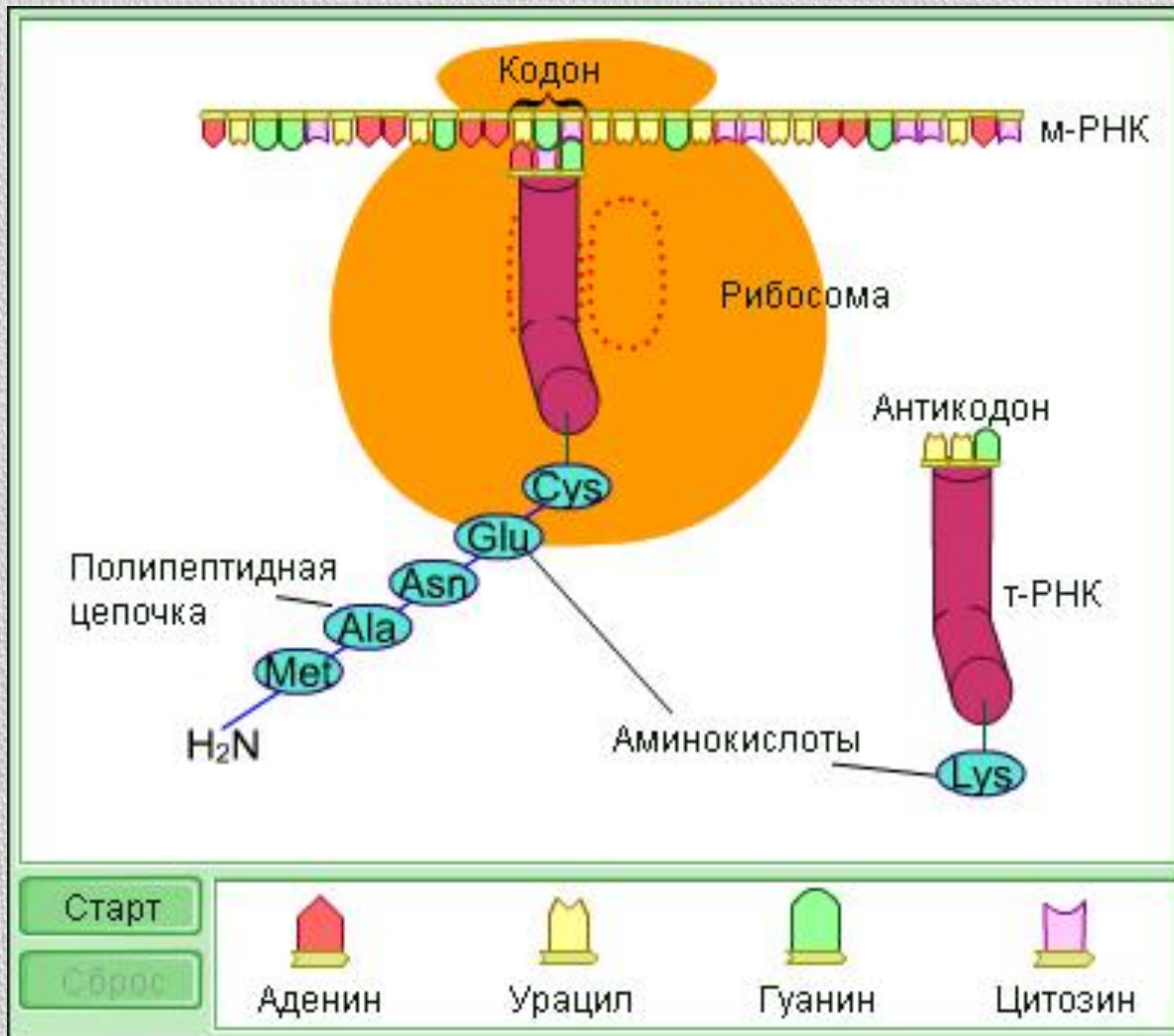


В пятидесятых годах XX века было установлено, что синтез белка происходит в рибонуклеопротеиновых частицах, называющихся **рибосомами**. Диаметр рибосомы бактерии оставляет 18 нм, а их общее количество – десятки тысяч в клетке. Рибосомы эукариот несколько крупнее (21 нм).

Сам процесс протекает в пять этапов.

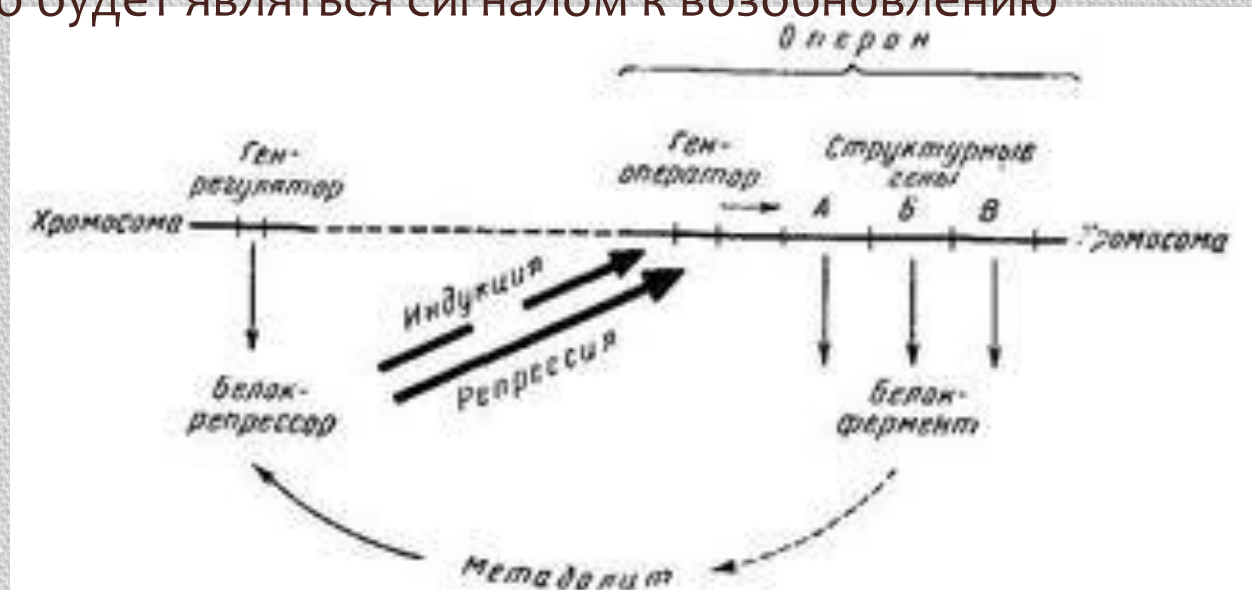
- Активация аминокислот
- Инициация белковой цепи
- Элонгация.
- Терминация
- Сворачивание и процессинг





•Синтез белка

- Синтез белка требует больших затрат энергии – 24,2 ккал/моль. После окончания синтеза белок при помощи специального полипептидного лидера доставляется к месту своего назначения.
- Синтез белка контролируют **гены-операторы**. Совокупность рабочих генов – операторов и структурных генов – называется **оперон**. Опероны не являются самостоятельной системой, а «подчиняются» **генам-регуляторам**, отвечающим за начало или прекращение работы оперона. Свой контроль гены-регуляторы осуществляют при помощи специального вещества, которое они при необходимости синтезируют. Это вещество реагирует с оператором и блокирует его, что влечёт за собой прекращение работы оперона. Если же вещество реагирует с небольшими молекулами – **индукторами**, это будет являться сигналом к возобновлению работы системы.



# Промежуточный обмен аминокислот в тканях

- Промежуточный метаболизм аминокислот белковых молекул, как и других питательных веществ в организме, включает катаболические (распад до конечных продуктов) и анаболические (биосинтез аминокислот) процессы, а также ряд других специфических превращений, сопровождающихся образованием биологически активных веществ. Условно промежуточный метаболизм аминокислот можно разделить на общие пути обмена и индивидуальные превращения отдельных аминокислот.

# Общие пути обмена аминокислот

- Общие пути превращения аминокислот включают реакции *дезаминирования, трансаминирования, декарбоксилирования*, биосинтеза и рацемизации. Реакции рацемизации характерны только для микроорганизмов, физиологическая роль которой заключается в синтезе D-изомеров аминокислот для *построения* клеточной оболочки.

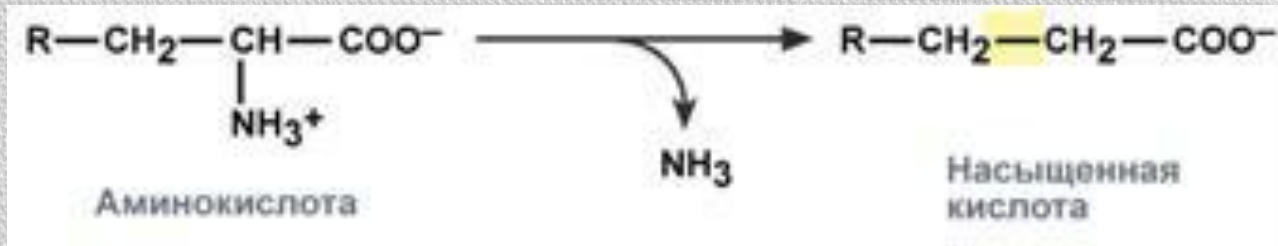
# Дезаминирование (отщепление аминогруппы)

Превращение аминокислот с участием  $\text{NH}_2$ -группы сводится к ее отщеплению от углеродного скелета – реакции дезаминирования.

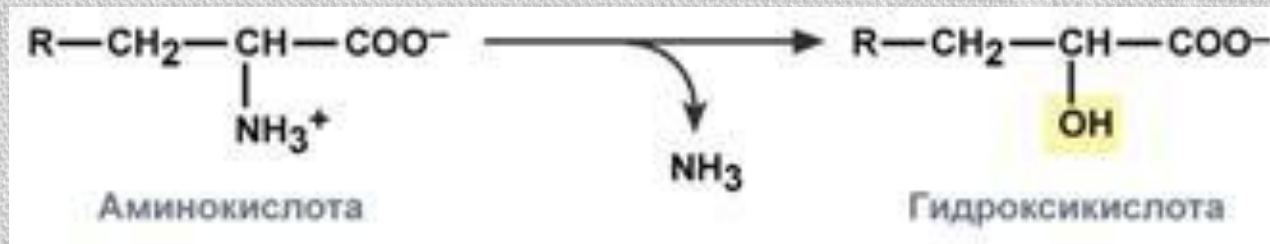
Существует четыре типа реакций, катализируемых своими ферментами:

1. Восстановительное дезаминирование
2. Гидролитическое дезаминирование
3. Внутримолекулярное дезаминирование
4. Окислительное дезаминирование

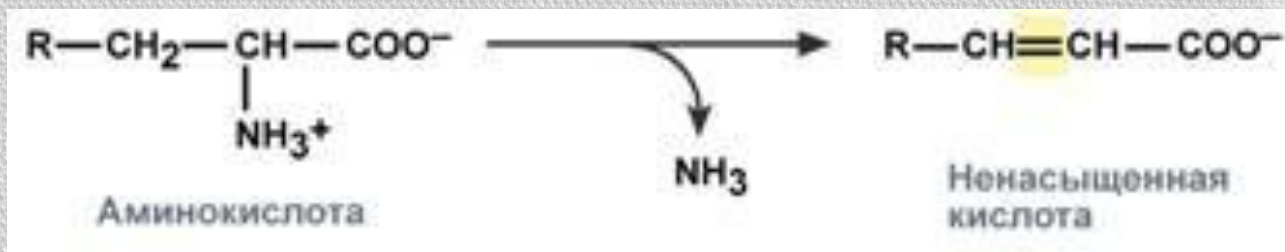
- **восстановительное** – с образованием насыщенной жирной кислоты:



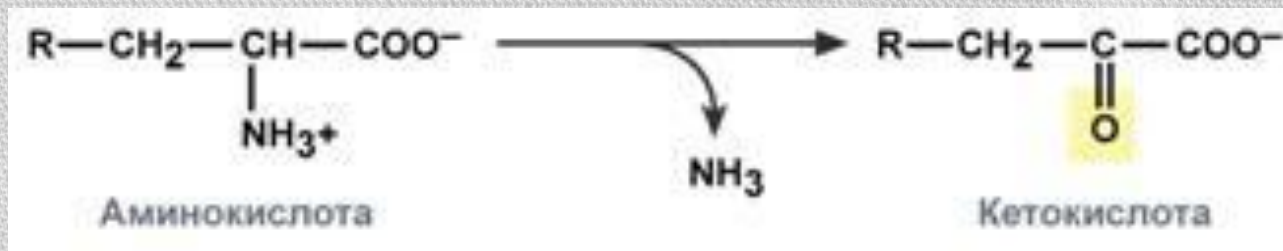
- **гидролитическое** – с образованием карбоновой гидроксикислоты:



- **внутримолекулярное** – с образованием ненасыщенной жирной кислоты:



- **окислительное** – с образованием кетокислот:



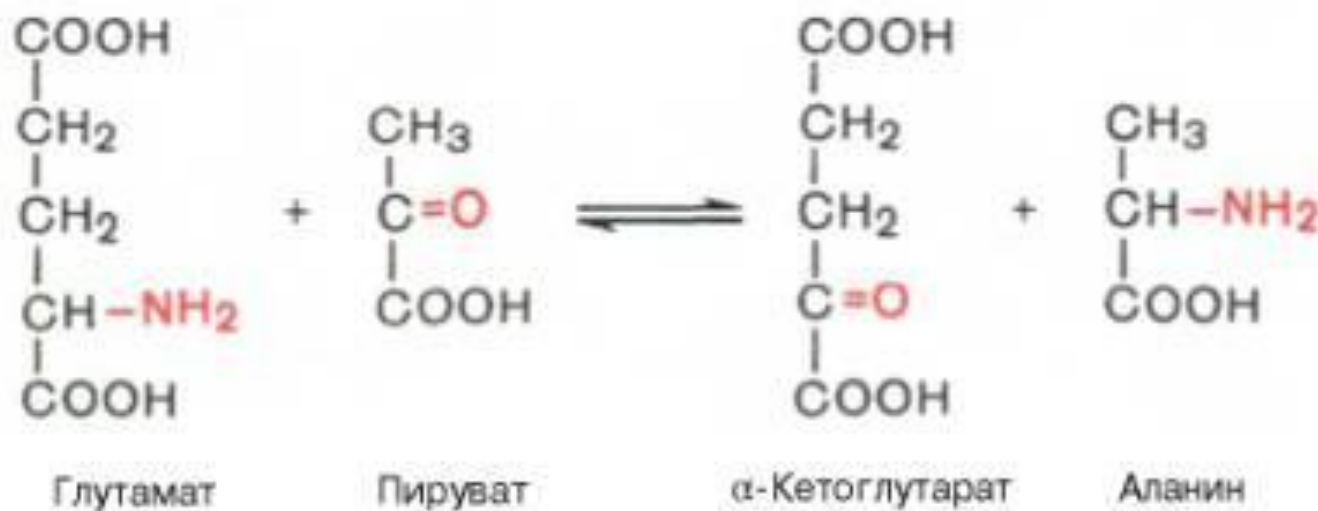
- У человека окислительное дезаминирование является основным путем катаболизма аминокислот. Однако такие аминокислоты как **серин** и **гистидин** могут терять аминогруппу с использованием других типов дезаминирования, а **треонин** сразу подвергается прямому расщеплению до глицина и ацетальдегида



# Трансаминирование

-реакции межмолекулярного переноса аминогруппы ( $\text{NH}_2$ —) от аминокислоты на  $\alpha$ -кетокислоту без промежуточного образования аммиака.

Впервые реакции трансаминирования (прежнее название «переаминирование») были открыты в 1937 г. советскими учеными А.Е. Браунштейном и М.Г. Крицман при изучении дезаминирования глутаминовой кислоты в мышечной ткани. Было замечено, что при добавлении к гомогенату мышц глутаминовой и пировиноградной кислот образуются  $\alpha$ -кетоглутаровая кислота и аланин без промежуточного свободного аммиака; добавление аланина и  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты приводило к образованию соответственно пировиноградной и глутаминовой кислоты



Реакции трансаминирования являются обратимыми и, как выяснилось позже, универсальными для всех живых организмов.

В переносе аминокетильной группы активное участие принимает **кофермент трансаминаз пиридоксальфосфат** (производное витамина В<sub>6</sub>); который в процессе реакции обратимо превращается в пиридоксаминфосфат.

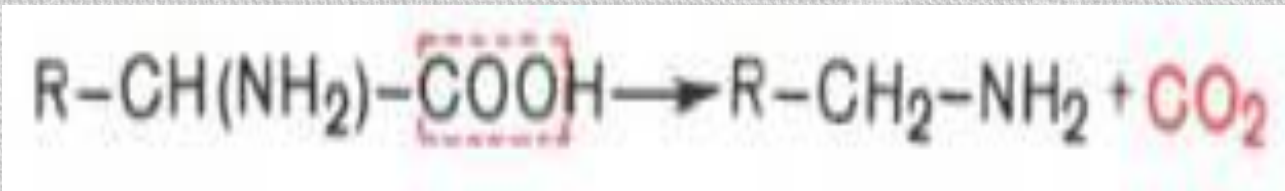
# Декарбоксилирование

-процесс отщепления карбоксильной группы аминокислот в виде  $\text{CO}_2$ .

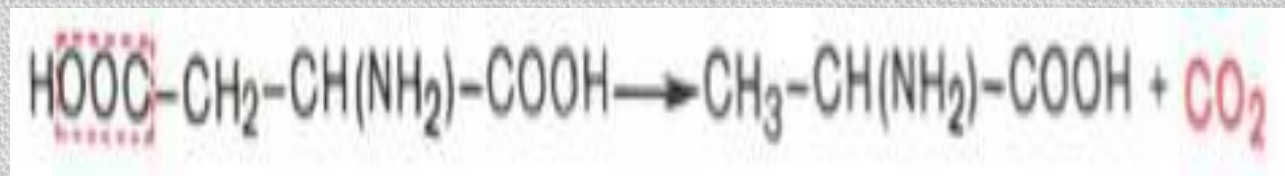
Несмотря на ограниченный круг аминокислот и их производных, подвергающихся декарбоксилированию в животных тканях, образующиеся продукты реакции – **биогенные амины** – оказывают сильное фармакологическое действие на множество физиологических функций человека и животных.

## В живых организмах открыты 4 типа декарбоксилирования аминокислот:

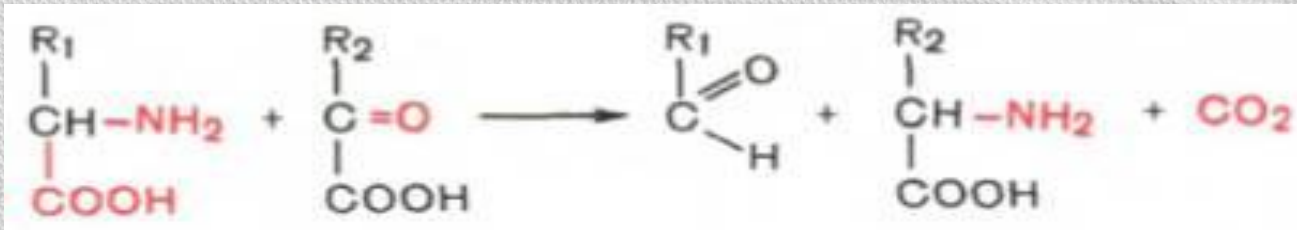
- $\alpha$ -Декарбоксилирование, характерное для тканей животных, при котором от аминокислот отщепляется карбоксильная группа, стоящая по соседству с  $\alpha$ -углеродным атомом. Продуктами реакции являются  $\text{CO}_2$  и биогенные амины:



- $\omega$ -Декарбоксилирование, свойственное микроорганизмам. Например, из аспарагиновой кислоты этим путем образуется  $\alpha$ -аланин:

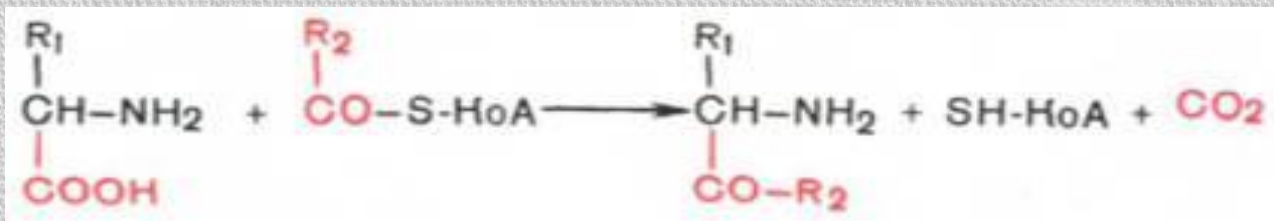


- Декарбоксилирование, связанное с реакцией трансаминирования:



В этой реакции образуются альдегид и новая аминокислота, соответствующая исходной кетокислоте.

- Декарбоксилирование, связанное с реакцией конденсации двух молекул:



Эта реакция в тканях животных осуществляется при синтезе δ-аминолевулиновой кислоты из глицина и сукцинил-КоА (см. главу 13) и при синтезе сфинголипидов, а также у растений при синтезе биотина.

Реакции декарбоксилирования в отличие от других процессов промежуточного обмена аминокислот являются необратимыми. Они катализируются специфическими ферментами— декарбоксилазами аминокислот, отличающимися от декарбоксилаз  $\alpha$ -кетокислот как белковым компонентом, так и природой кофермента. Декарбоксилазы аминокислот состоят из белковой части, обеспечивающей специфичность действия, и простетической группы, представленной пиридоксальфосфатом (ПФ), как и у трансаминаз.

# Биогенные амины

- **Дофамин**- нейромедиатор, вырабатываемый в мозгу людей и животных. Также гормон, вырабатываемый мозговым веществом надпочечников и другими тканями (например, почками), но в подкорку мозга из крови этот гормон почти не проникает. По химической структуре дофамин относят к катехоламинам. Дофамин является биохимическим предшественником норадреналина (и адреналина).
- **Норадреналин**- гормон мозгового вещества надпочечников и нейромедиатор. Относится к биогенным аминам, к группе катехоламинов. Норадреналин является предшественником адреналина. По химическому строению норадреналин отличается от него отсутствием метильной группы у атома азота аминогруппы боковой цепи, его действие как гормона во многом синергично с действием адреналина.
- **Адреналин**— основной гормон мозгового вещества надпочечников, а также нейромедиатор. По химическому строению является катехоламином. Адреналин содержится в разных органах и тканях, в значительных количествах образуется в хромоаффинной ткани, особенно в мозговом веществе надпочечников. Синтетический адреналин используется в качестве лекарственного средства под наименованием «Эпинефрин» (МНН).
- **Серотонин** — один из основных нейромедиаторов. По химическому строению серотонин относится к биогенным аминам, классу триптаминов.
- **Мелатонин**- основной гормон эпифиза, регулятор суточных ритмов. Принимается в таблетках для облегчения засыпания, с целью корректировки «внутренних часов» при длительных путешествиях