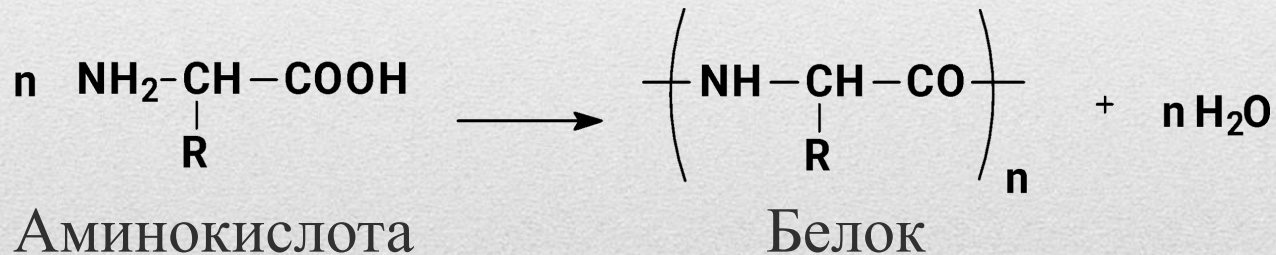


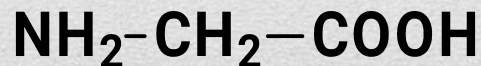
Аминокислоты – структурные единицы белков

Строение, номенклатура, классификация, физические и химические свойства аминокислот. Качественные реакции аминокислот.

- **Аминокислоты** - это гетерофункциональные соединения, содержащие в своем составе аминогруппу **-NH₂** и карбоксильную группу **-COOH**

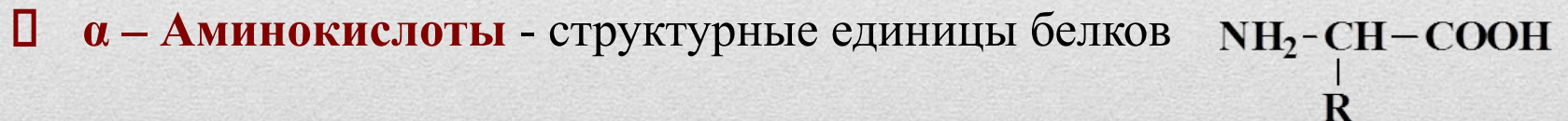
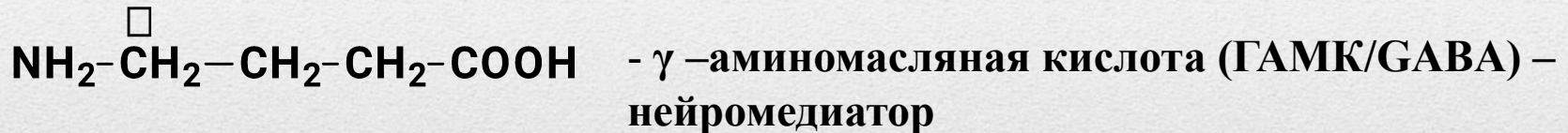


- В 1820 г французский ученый Анри Браколио, нагревая кожу, хрящи, сухожилия с водным раствором серной кислоты, выделил сладкие белые кристаллы. Вещество называли **гликокол** и долгое время считали **углеводом**. Впоследствии оно получило название **глицин**.
- **Глицин** – простейшая аминокислота:



Историческая справка

- В зависимости от положения аминогруппы различают α , β , γ , ... ϵ – аминокислоты:

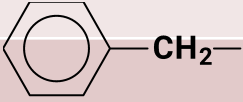
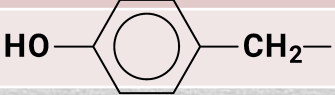


- Существует **20 АК**, которые входят в состав белков и кодируются генами

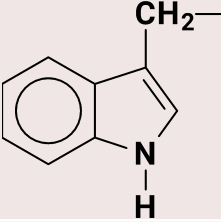
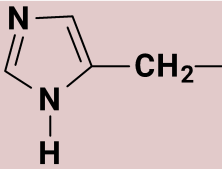
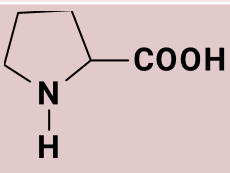
Классификация АК (по положению аминогруппы)

Строение R	$\begin{array}{c} \text{NH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{R} \end{array}$	Название	Сокращенное название АК остатка	
Алифатические				
	H -	Глицин	Gly	G
	CH ₃ —	Аланин	Ala	A
	(CH ₃) ₂ CH—	Валин	Val	V
	(CH ₃) ₂ CH—CH ₂ —	Лейцин	Leu	L
	CH ₃ —CH ₂ —CH— CH ₃	Изолейцин	Ile	I
Содержащие группу -OH				
	HO—CH ₂ —	Серин	Ser	S
	CH ₃ —CH— OH	Треонин	Thr	T
Содержащие группу -COOH				
	HOOC—CH ₂ —	Аспарагиновая к-та	Asp	D
	HOOC—CH ₂ —CH ₂ —	Глутаминовая к-та	Glu	E

Классификация АК (по природе радикала)

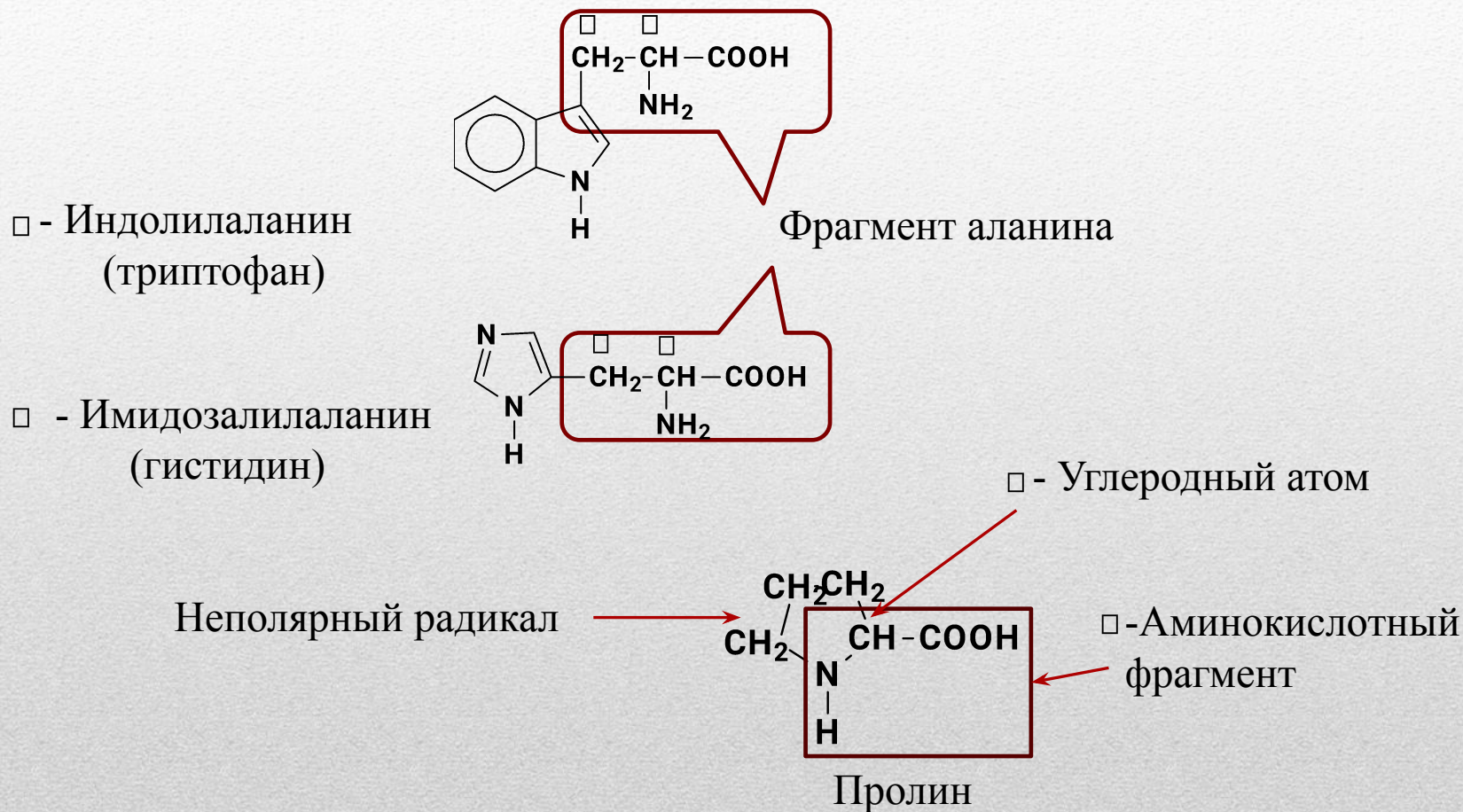
Строение R	$\text{NH}_2-\underset{\text{R}}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Название	Сокращенное название АК остатка	
Содержащие NH_2CO —группу				
	$\text{NH}_2\text{CO}-\text{CH}_2-$	Аспарагин	Asn	N
	$\text{NH}_2\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Глутамин	Gln	Q
Содержащие NH_2 —группу				
	$\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}_2-$	Лизин	Lys	K
	$\text{NH}_2-\underset{\text{NH}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2-$	Аргинин	Arg	R
Серосодержащие				
	$\text{HS}-\text{CH}_2-$	Цистеин	Cys	C
	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Метионин	Met	M
Ароматические				
		Фенилаланин	Phe	F
		Тирозин	Tyr	Y

Классификация АК (по природе радикала)

Строение R	Название	Сокращенное название АК остатка	
$\text{NH}_2-\underset{\text{R}}{\text{CH}}-\text{COOH}$			
Гетероциклические			
	Триптофан	Trp	W
	Гистидин	His	H
Иминокислота (полная формула)			
	Пролин	Pro	P

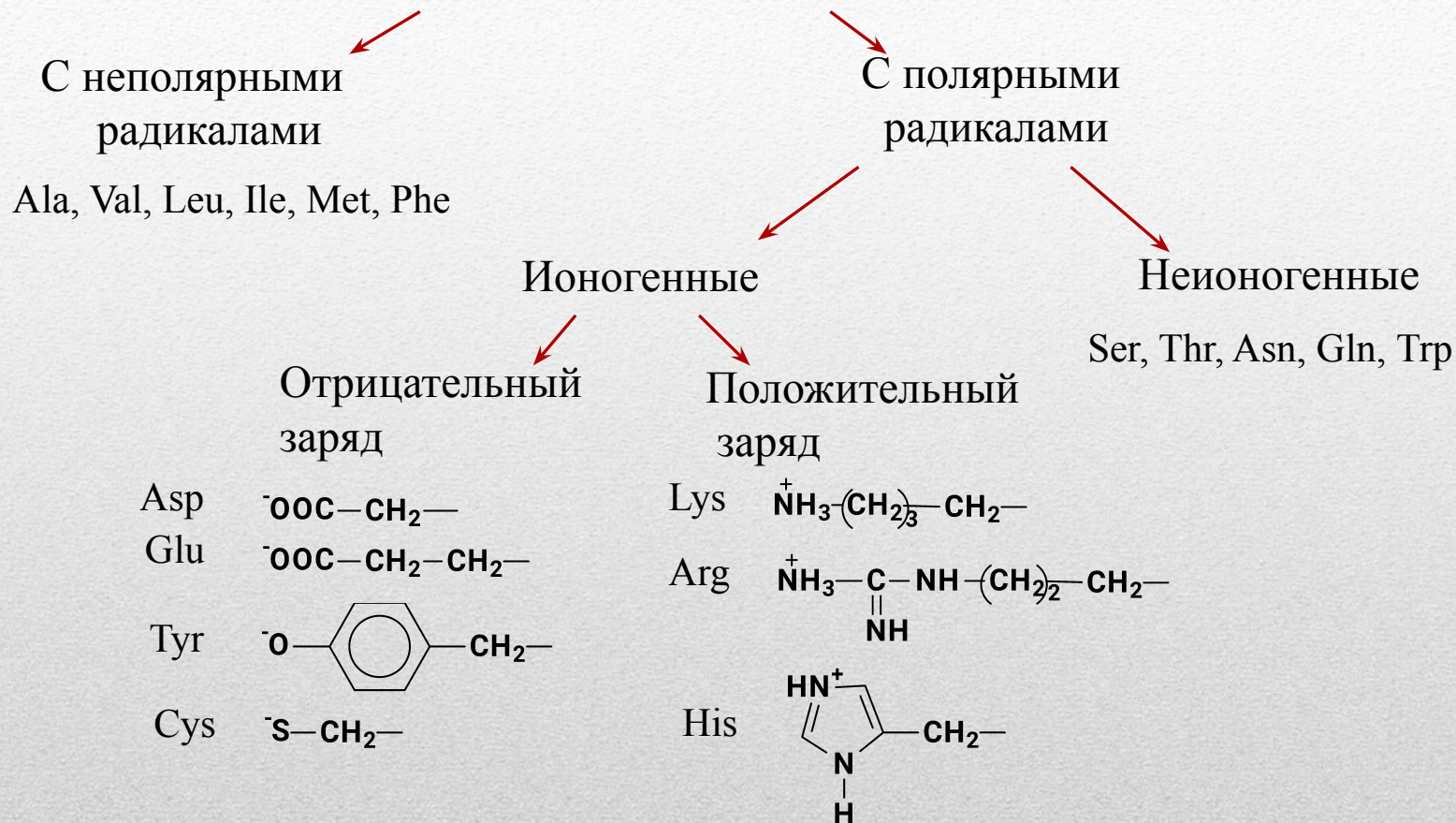
Классификация АК (по природе радикала)

• Строение гетероциклических АК



Классификация АК (по природе радикала)

□ - АМИНОКИСЛОТЫ



Классификация АК (по полярности радикала)

□ - АМИНОКИСЛОТЫ

Незаменимые

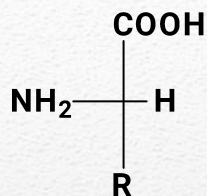
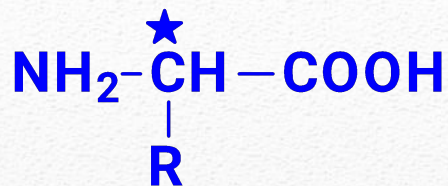
Не могут быть синтезированы организмом из веществ, поступающих с пищей, в количествах, достаточных для того, чтобы удовлетворить физиологические потребности организма

Ile, Leu, Val, Lys, Met, Phe, Tre, Trp (Arg, His, Tyr)

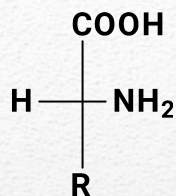
Заменимые

Синтезируются организмом

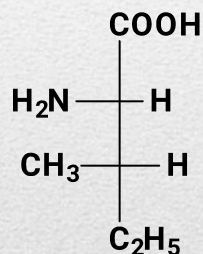
Классификация АК (по биологической функции)



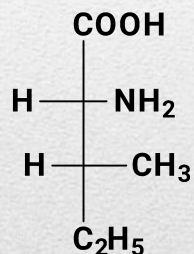
L- α-аминокислота



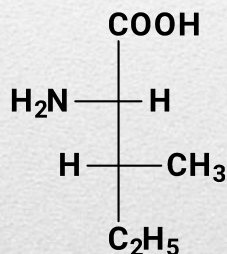
D- α-аминокислота



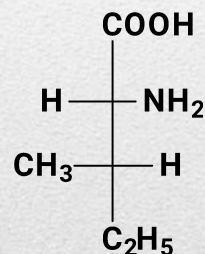
L - изолейцин



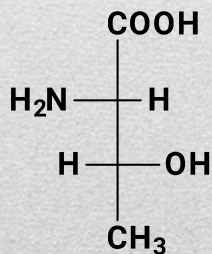
D - изолейцин



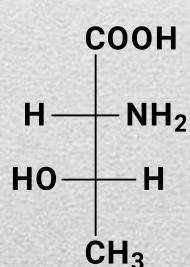
L – алло-изолейцин



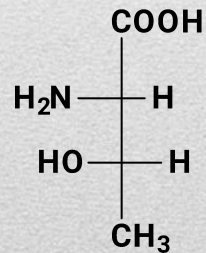
D – алло-изолейцин



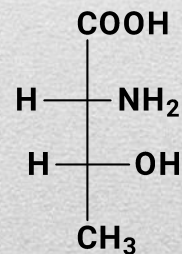
L - треонин



D - треонин



L – алло-треонин



D – алло-треонин

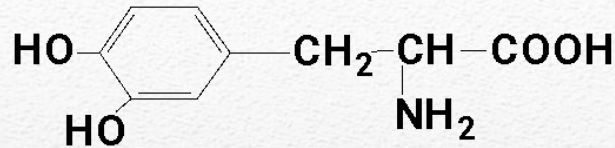
Стереои́зомерия АК

- Некоторые АК, которые не кодируются генами, но образуются, например, в результате посттрансляционной модификации, тоже могут входить в состав белков, а также могут выполнять роль медиаторов – участвовать в биохимических процессах:

β - аланин	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	входит в состав кофермента А
таурин	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-SO}_3\text{H}$	участвует в образовании желчных к-т, нейромедиатор, продукт метаболизма цистеина
γ -аминомасляная к-та ГАМК	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	нейромедиатор
β -аминомасляная к-та	$\text{NH}_2\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-CH}_2\text{-COOH}$	конечный продукт катаболизма НК
Гомоцистеин	$\text{HS-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{-COOH}$	участвует в биосинтезе цистеина
Гомосерин	$\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{-COOH}$	- в метаболизме аспарагиновой к-ты и метионина
Орнитин	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}\text{-COOH}$	- в метаболизме аргинина

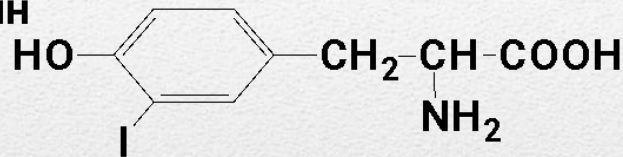
Некоторые биологически важные АК

3,4- Дигидроксифенилаланин
(ДОФА)

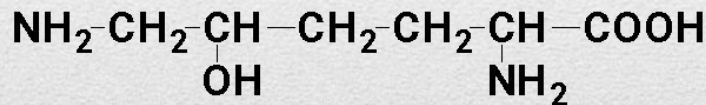


предшественник меланина и катехоламинов: дофамина, норадреналина и адреналина

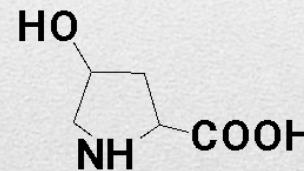
3-йодтирозин



предшественник тироидных гормонов (н-р тироксина)

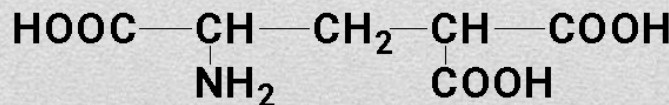


5-гидроксилизин



входят в состав коллагена

4-гидроксипролин

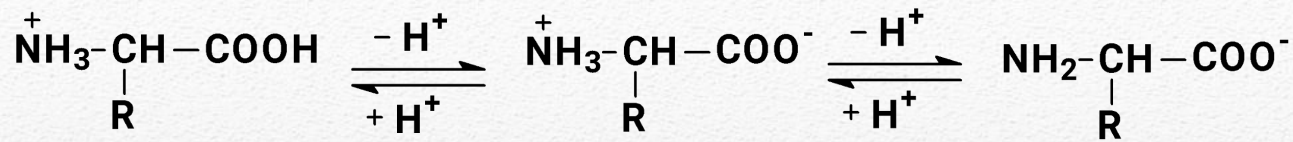


4-карбоксиглутаминовая к-та

участвует в процессе свертывания крови: связывание ионов кальция

протромбин → тромбин

Некоторые биологически важные АК



Катионная форма

Биполярный ион

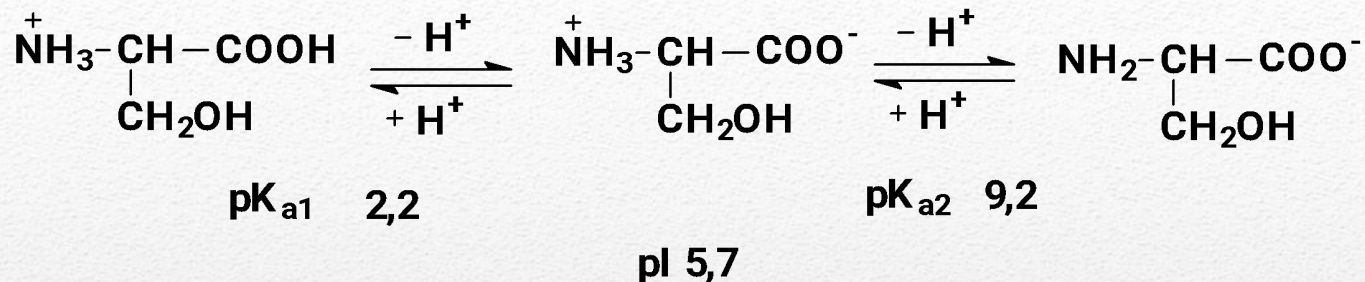
Анионная форма

- **Изоэлектрическая точка** – pI – значение рН при котором концентрация биполярных ионов максимальна. Заряд АК в изоэлектрической точке равен нулю.

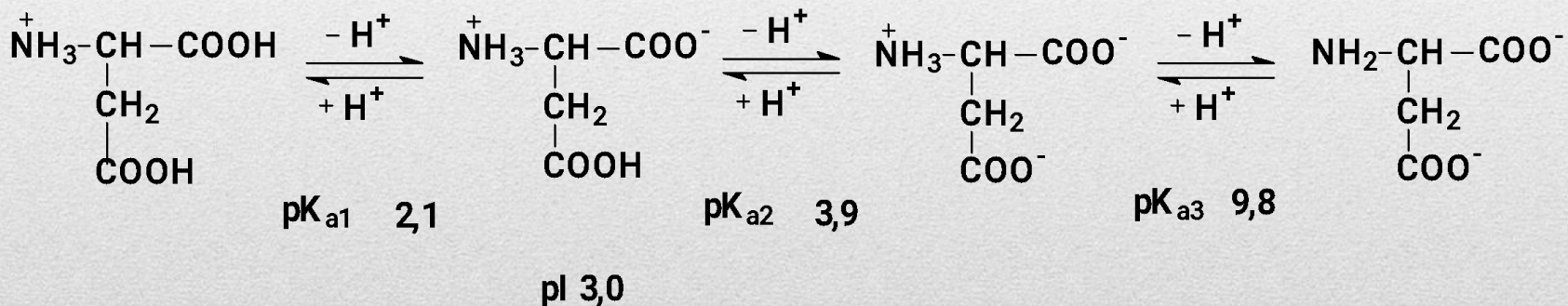
$$pI = \frac{pK_{a\ n} + pK_{a\ (n+1)}}{2} , \text{ где } n - \text{ максимальное число положительных зарядов в полностью протонированной АК}$$

Кислотно-основные свойства АК

Серин

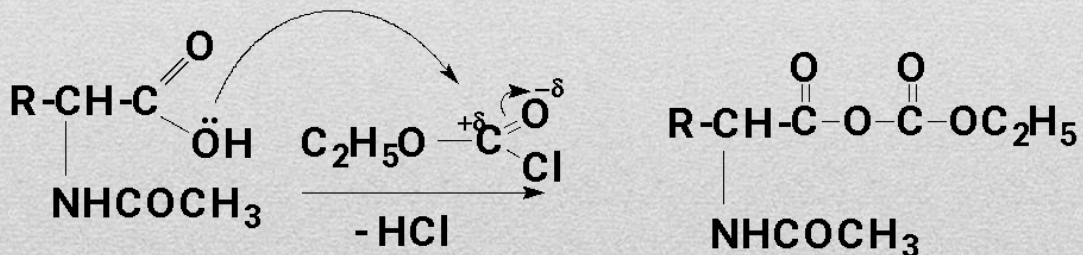
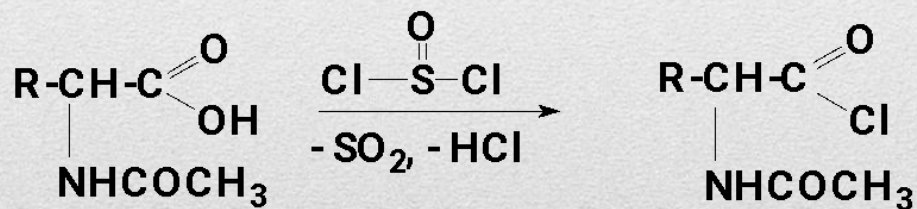
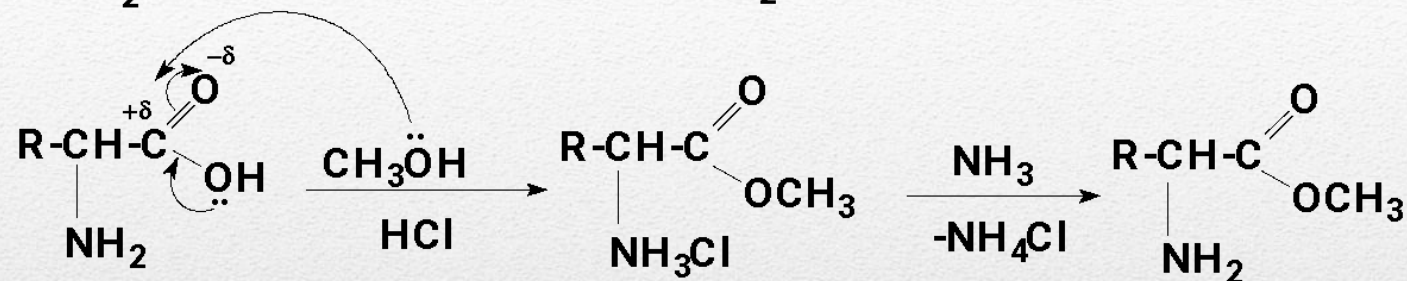
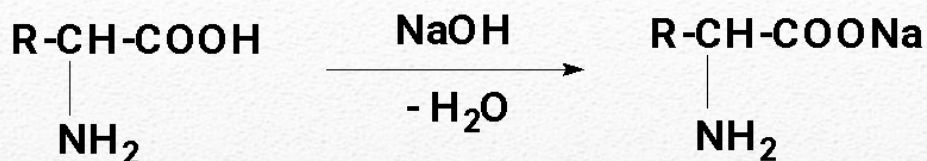


Аспарагиновая кислота



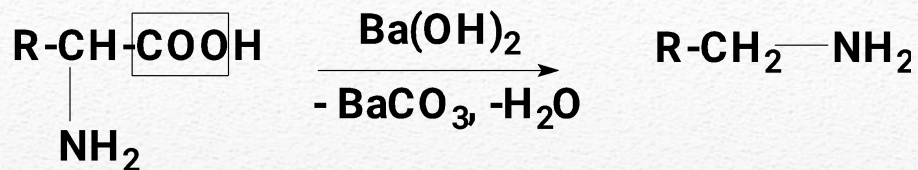
Кислотно-основные свойства АК

• 1. Реакции с участием карбоксильных групп:

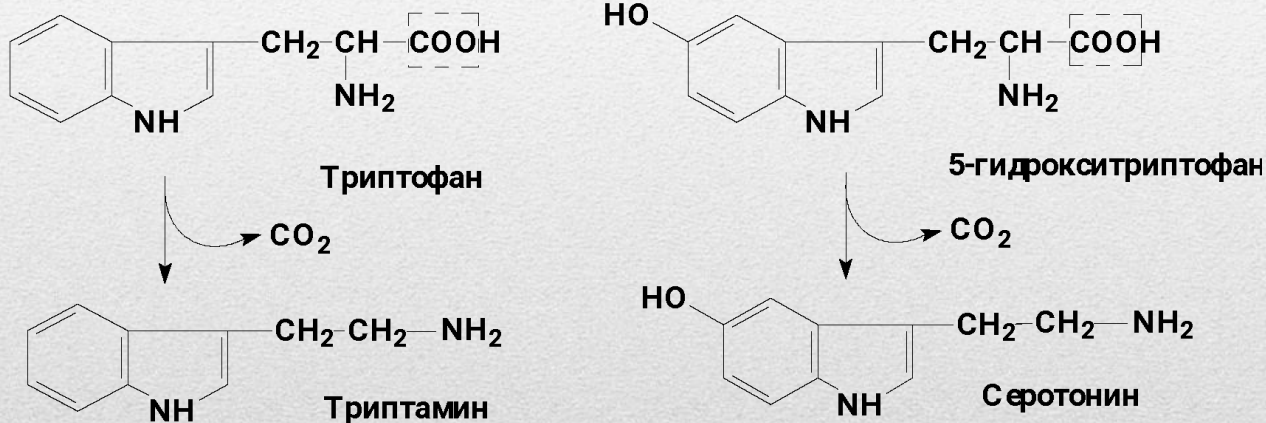


Химические свойства АК

- **Реакции декарбоксилирования:**

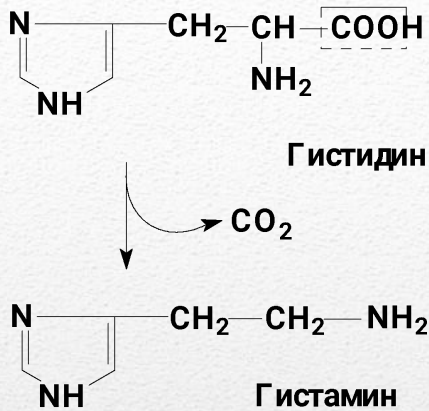


Под действием **декарбоксилазы:**

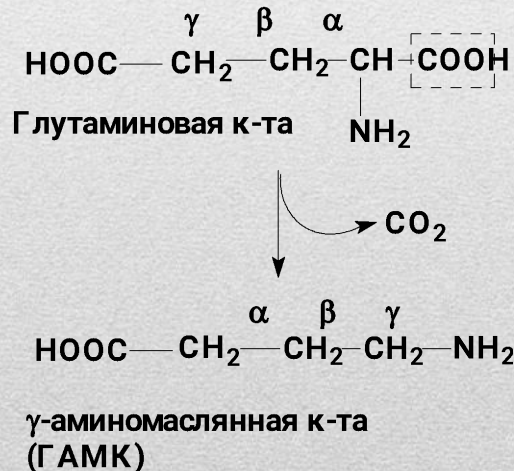


Серотонин - высокоактивный биогенным амин сосудосуживающего действия. Серотонин регулирует артериальное давление, температуру тела, дыхание, почечную фильтрацию и является медиатором нервных процессов в ЦНС. Считается, что серотонин причастен к развитию аллергии, демпинг-синдрома, токсикоза беременных, карциноидного синдрома и геморрагических диатезов.

Химические свойства АК



Глутаматдекарбоксилаза –
высокоспецифичный фермент:

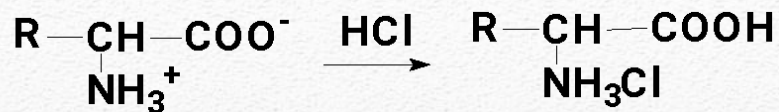


Гистамин оказывает широкий спектр биологического действия. Обладает сосудорасширяющим свойством. Большое количество гистамина образуется в области воспаления; вызывая расширение сосудов в очаге воспаления, гистамин тем самым ускоряет приток лейкоцитов, способствуя активации защитных сил организма. Кроме того, гистамин участвует в секреции соляной кислоты в желудке, что широко используется в клинике при изучении секреторной деятельности желудка (гистаминовая проба). Он имеет прямое отношение к явлениям сенсibilизации и десенсibilизации. При повышенной чувствительности к гистамину в клинике используют антигистаминные препараты (санорин, димедрол и др.), оказывающие влияние на рецепторы сосудов. Гистамину приписывают также роль медиатора боли. Болевой синдром – сложный процесс, детали которого пока не выяснены, но участие в нем гистамина не подлежит сомнению.

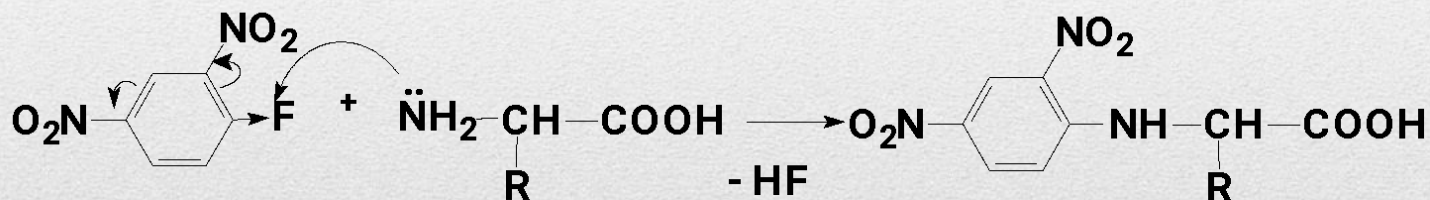
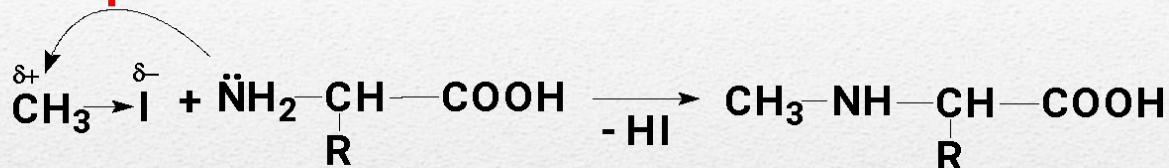
Интерес к **ГАМК** объясняется ее тормозящим действием на деятельность ЦНС. ГАМК используется в клинике как лекарственное средство при некоторых заболеваниях ЦНС, связанных с резким возбуждением коры большого мозга. Так, при эпилепсии хороший эффект (резкое сокращение частоты эпилептических припадков) дает введение глутаминовой кислоты. Как оказалось, лечебный эффект обусловлен не самой глутаминовой кислотой, а продуктом ее декарбоксилирования – ГАМК.

Химические свойства АК

- 2. Реакции с участием аминогрупп:



Алкилирование

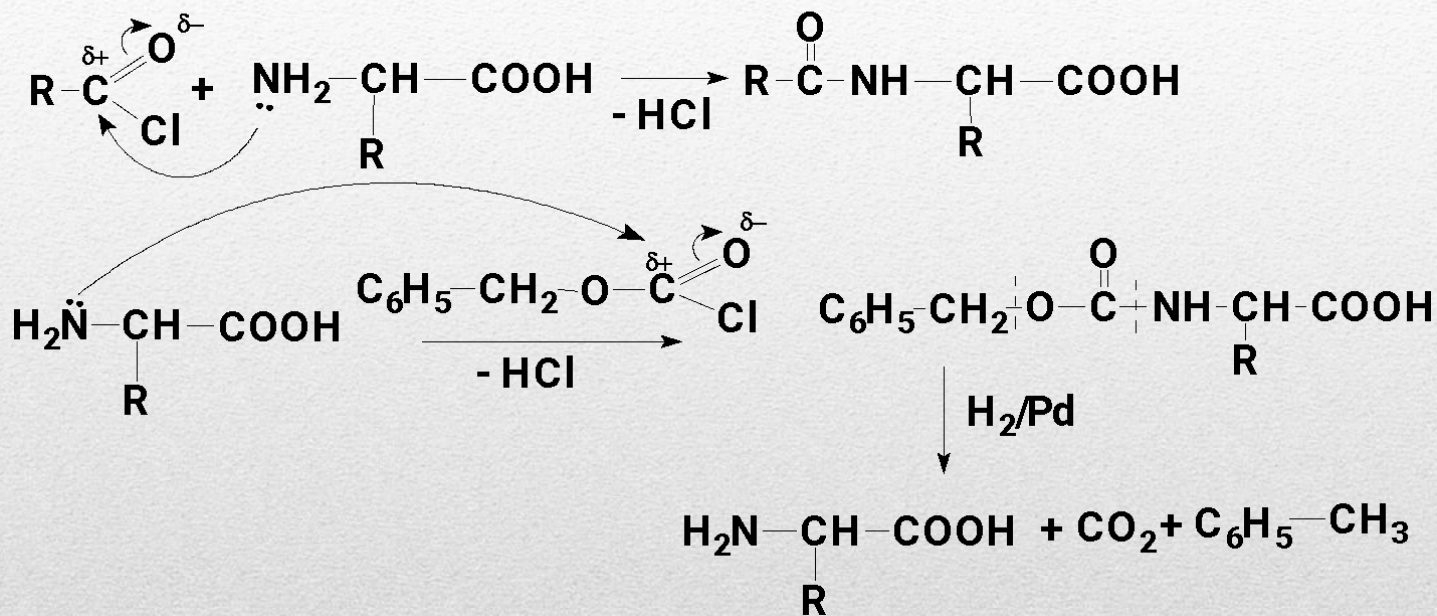


2,4-Динитрофторбензол
(ДНФБ)

ДНФ-производные
α-аминокислот

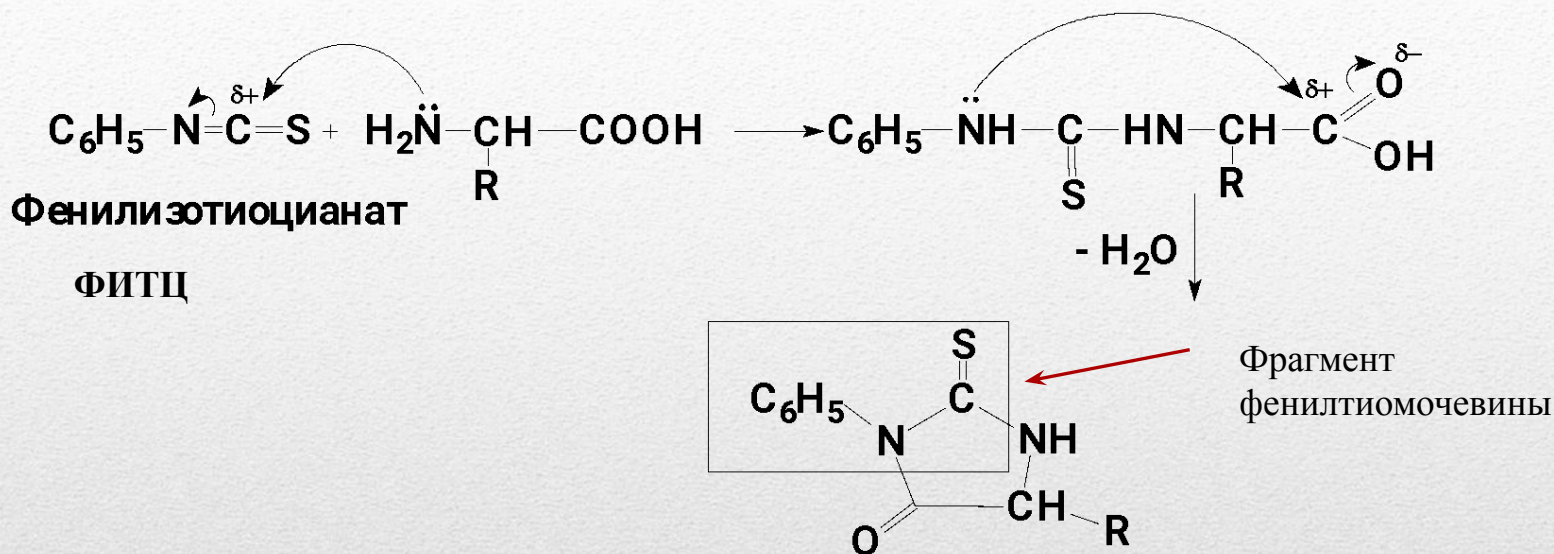
Химические свойства АК

Ацилирование



Химические свойства АК

Образование ФТГ-производных α -аминокислот (р-ция Эдмана)

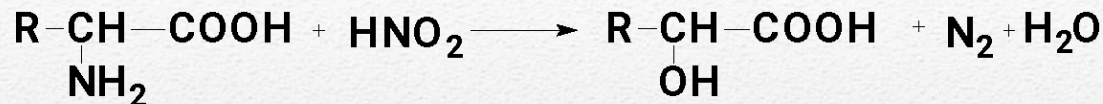


Фенилтиогидантоиновое
производное АК (ФТГ-производное АК)

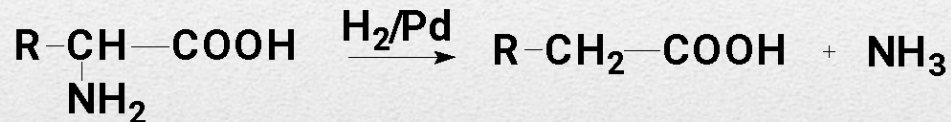
Химические свойства АК

- **Реакции дезаминирования:**

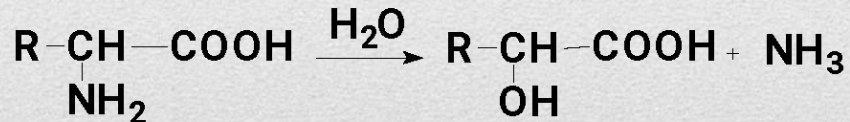
Метод Ван-Слайка



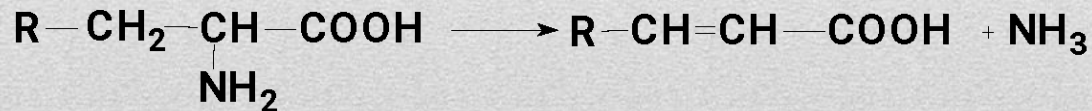
Восстановительное дезаминирование



Гидролитическое дезаминирование

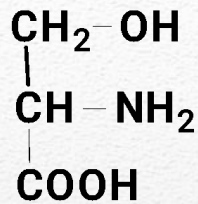


Внутримолекулярное дезаминирование

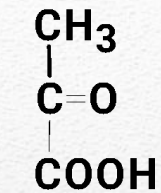
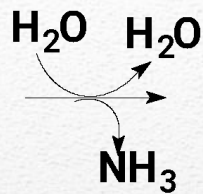


Химические свойства АК

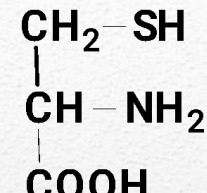
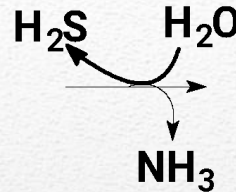
Неокислительное дезаминирование



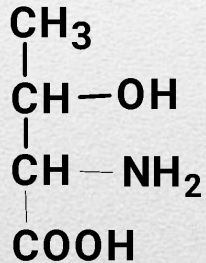
серин



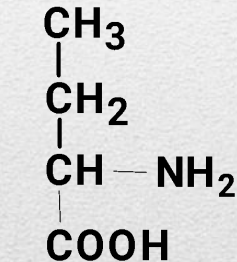
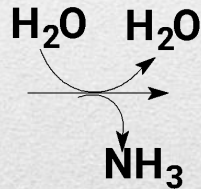
пировиног-
радная к-та



цистеин



треонин



2-оксобута-
новая к-та

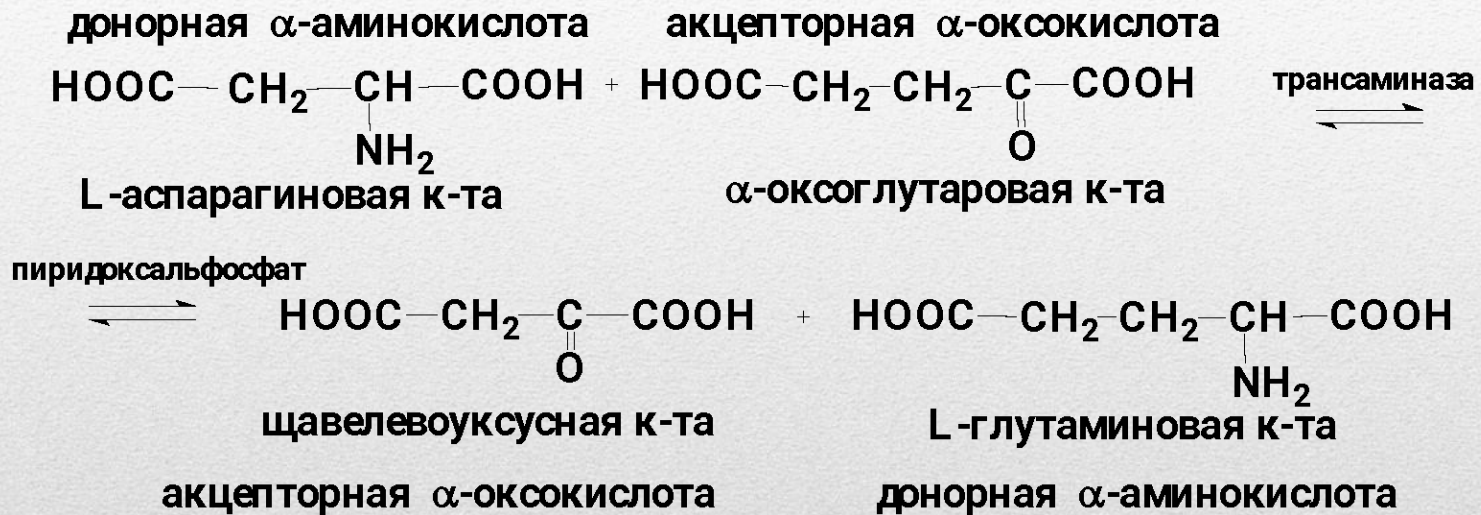
В животных тканях и печени человека открыты также три специфических фермента (**серин- и треонин-дегидратазы и цистатионин-γ-лиаза**), катализирующие неокислительное дезаминирование соответственно серина, треонина и цистеина.

Конечными продуктами реакции являются пируват и α-кетобутират, аммиак и сероводород. Поскольку указанные ферменты требуют присутствия **пиридоксальфосфата** в качестве кофермента, реакция неокислительного дезаминирования, вероятнее всего, протекает с образованием шиффовых оснований как промежуточных метаболитов.

Химические свойства АК

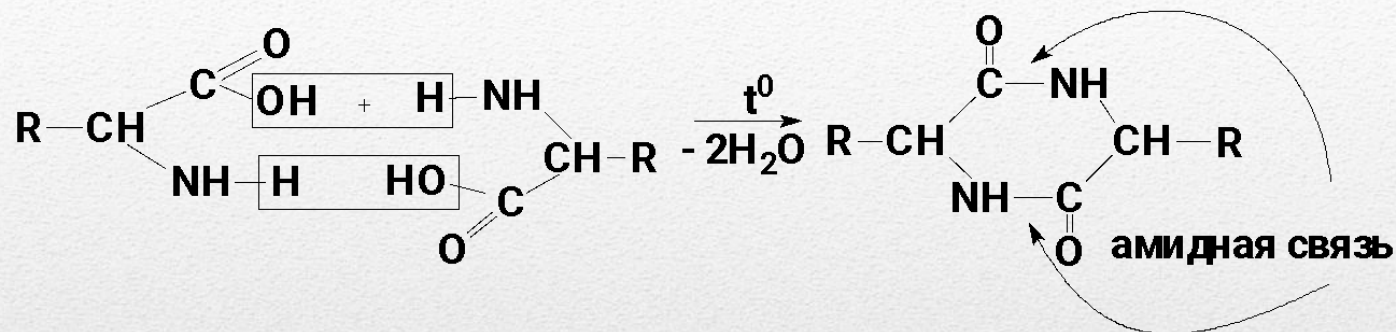
- 3. Реакции с участием и карбоксильных и аминогрупп:

Реакция трансаминирования (переаминирования)

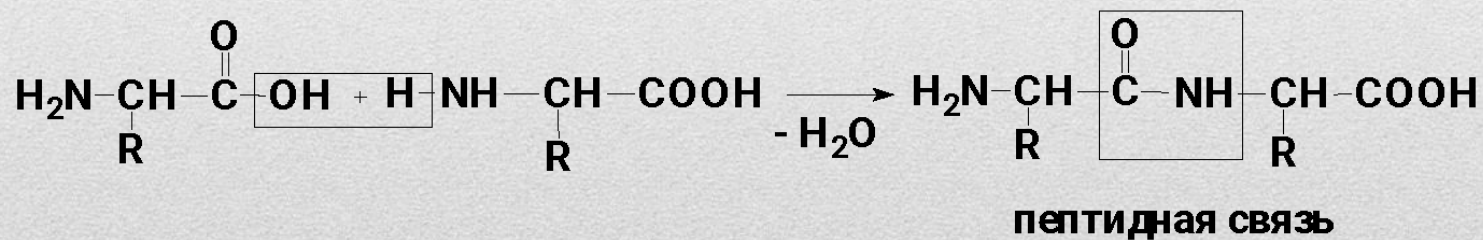


Химические свойства АК

Образование дикетопиперазинов



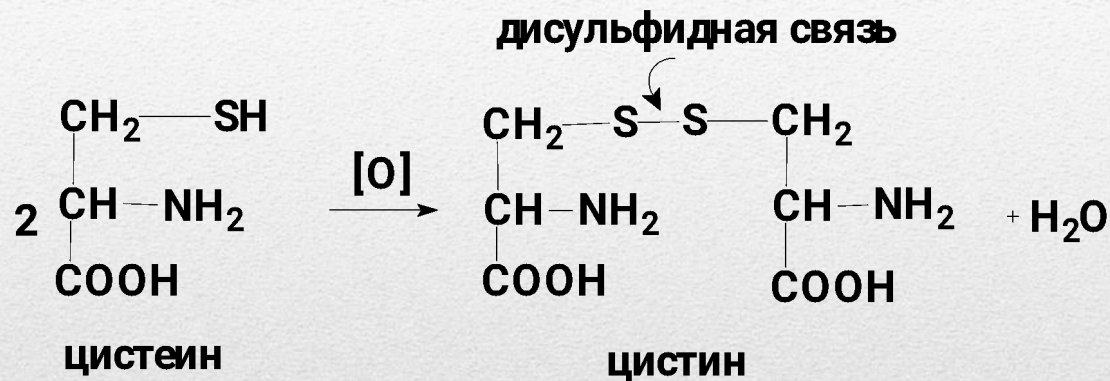
Образование пептидов



Химические свойства АК

- 4. Реакции с участием боковой цепи:

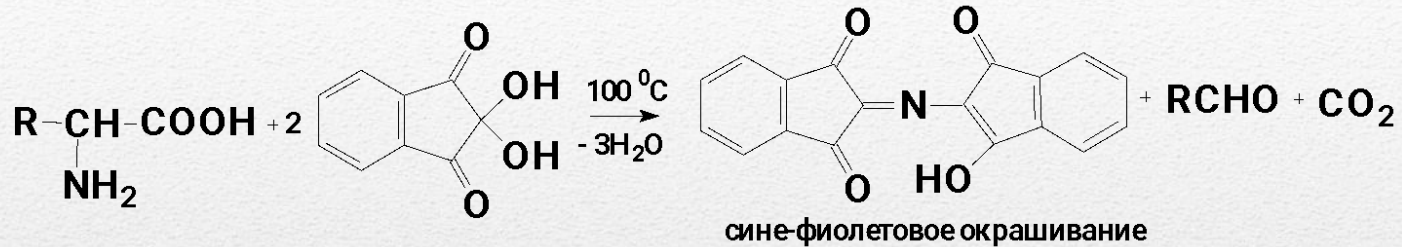
Образование цистина:



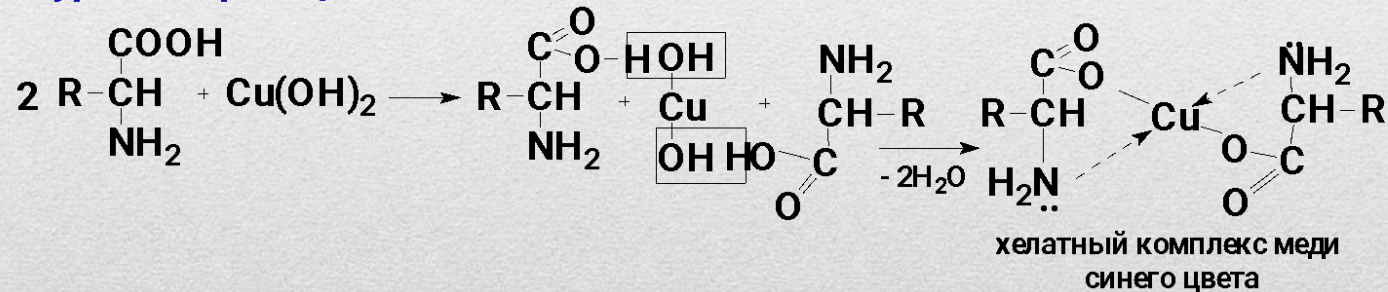
Химические свойства АК

- 5. Качественные реакции АК:

Реакция с нингидрином

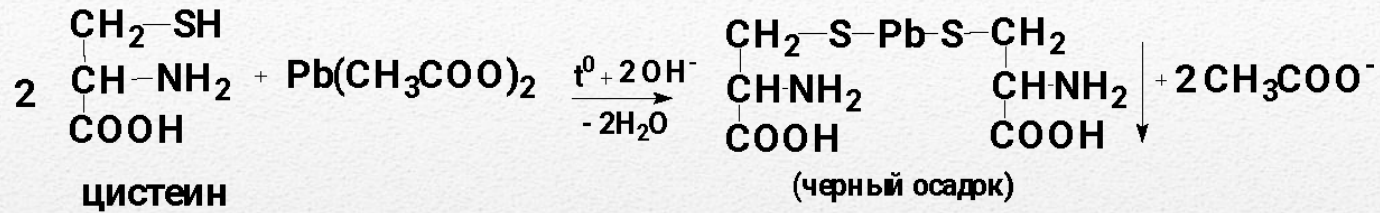


Биуретовая реакция



Химические свойства АК

Обнаружение цистеина

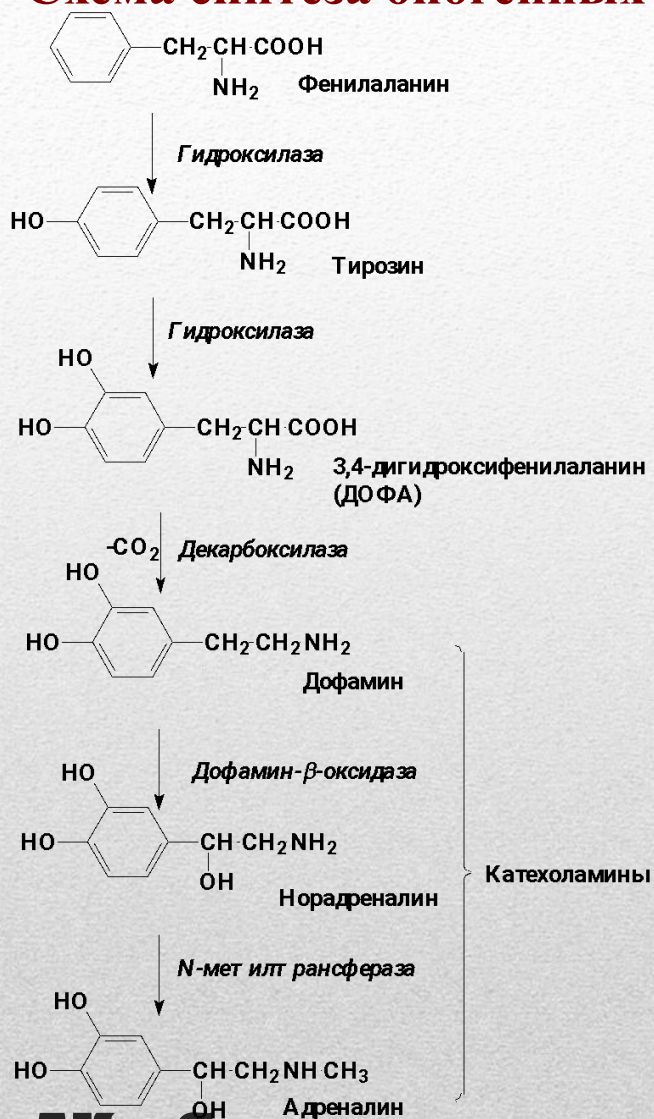


Ксантопротеиновая реакция

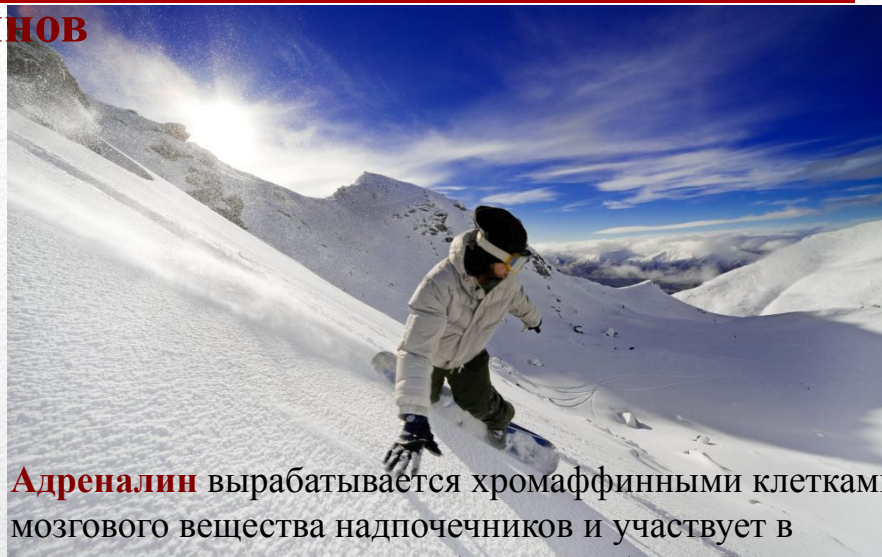


Химические свойства АК

• Схема синтеза биогенных аминов



АК в биосинтезе



Адреналин вырабатывается хромаффинными клетками мозгового вещества надпочечников и участвует в реализации реакций типа «бей» или «беги». Его секреция резко повышается при стрессовых состояниях, пограничных ситуациях, ощущении опасности, при тревоге, страхе, при травмах, ожогах и шоковых состояниях. Он повышает уровень бодрствования, психическую энергию и активность, вызывает психическую мобилизацию, реакцию ориентировки и ощущение тревоги, беспокойства или напряжения. Адреналин генерируется при пограничных ситуациях. Адреналин усиливает глюконеогенез и гликогенолиз, тормозит синтез гликогена в печени и скелетных мышцах, усиливает захват и утилизацию глюкозы тканями, повышая активность гликолитических ферментов. Также адреналин усиливает липолиз (распад жиров) и тормозит синтез жиров.