



**ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ХИМИИ**

α -Аминокислоты и белки

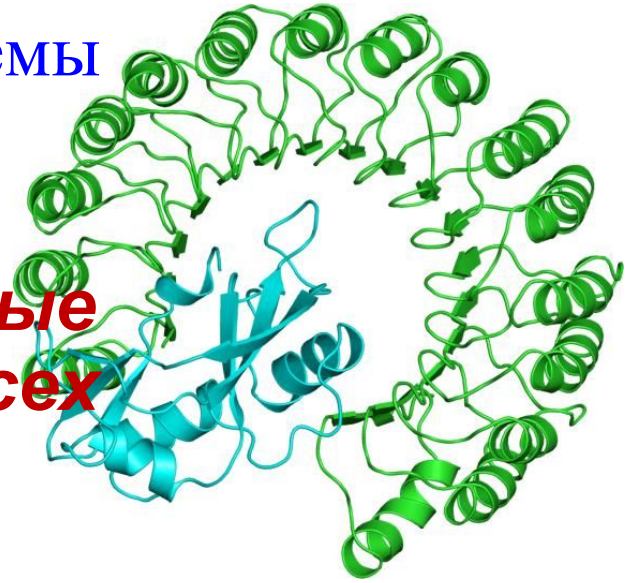
- 1. α -Аминокислоты, строение, номенклатура, изомерия.**
- 2. Физические и химические свойства.**
- 3. Пептиды и белки.**

***Лектор:* Ирина Петровна Степанова, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой химии**

Медико-биологическое значение темы

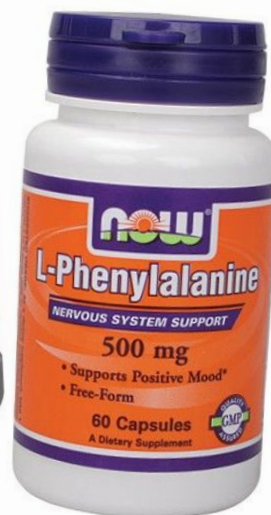
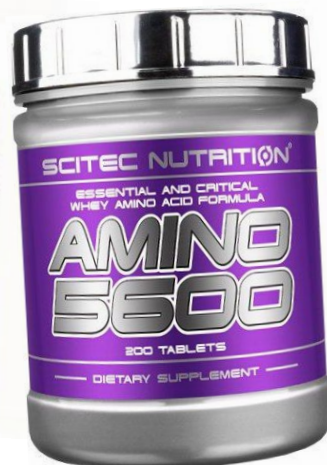
Из остатков аминокислот построены такие важные соединения как белки, которые участвуют практически во всех процессах *in vivo*: биосинтез алкалоидов, порфиринов, тетрапиррольных пигментов, мочевины и т.д.

С нарушениями метаболизма аминокислот связаны наследственные заболевания как фенилкетонурия и алкаптонурия.



Медико-биологическое значение темы

Некоторые аминокислоты являются лекарственным и препаратами.



Медико-биологическое значение темы



α -АМИНОКИСЛОТЫ

Пептиды и белки построены из 20 α -аминокислот, информация о положении которых в белковой молекуле записана цифровым трёхбуквенным кодом в ДНК и РНК.

α -Аминокислоты - гетерофункциональные соединения - производные карбоновых кислот, у которых один атом водорода у α -углеродного звена замещен на аминогруппу.

Общий фрагмент



**Основной
центр**



**Кислотный
центр**



I. По строению углеводородного радикала α-аминокислоты делят на 7 групп:

I. Моноаминомонокарбоновые

II. Моноаминодикарбоновые

III. Диаминомонокарбоновые

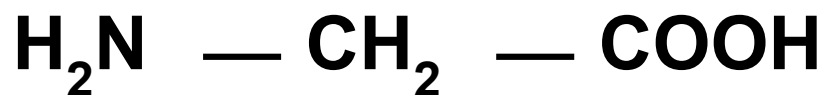
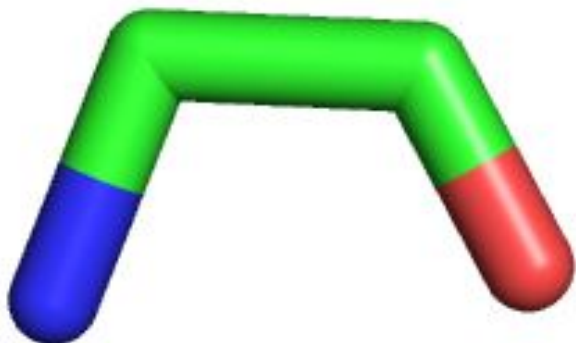
IV. Гидроксиаминокислоты

V. Серосодержащие аминокислоты

VI. Ароматические

VII. Гетероциклические

I. Моноаминомонокарбоновые аминокислоты (нейтральные)

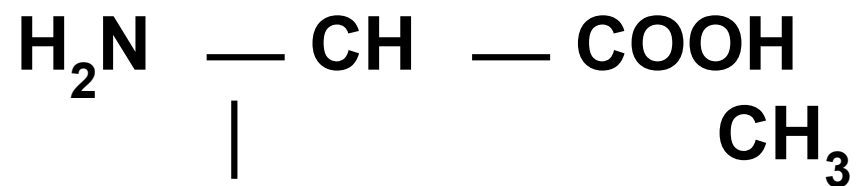
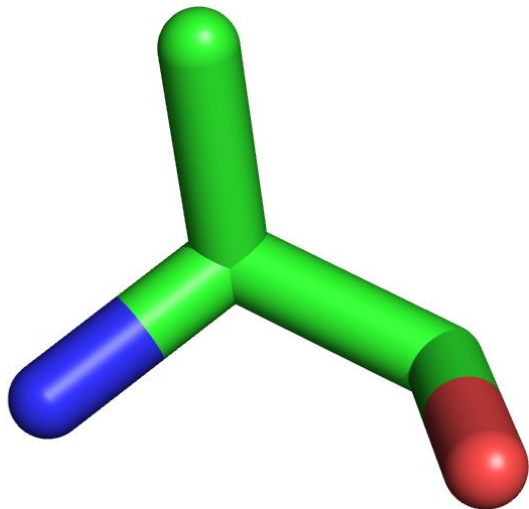


Глицин (ГЛИ)

α-Аминоуксусная кислота

**Боковые радикалы
α-аминокислот этой
подгруппы гидрофобные.**

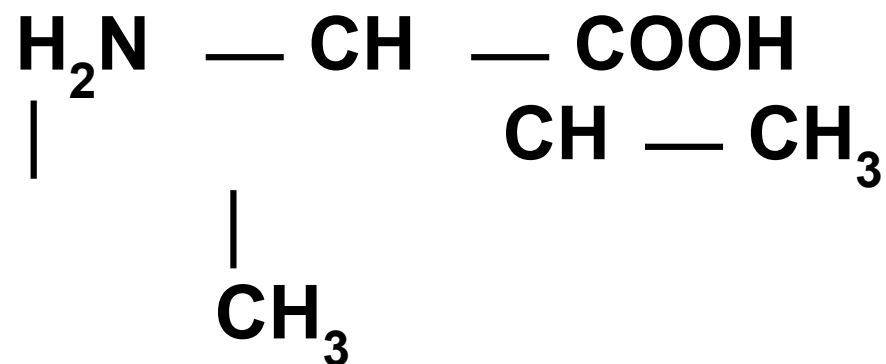
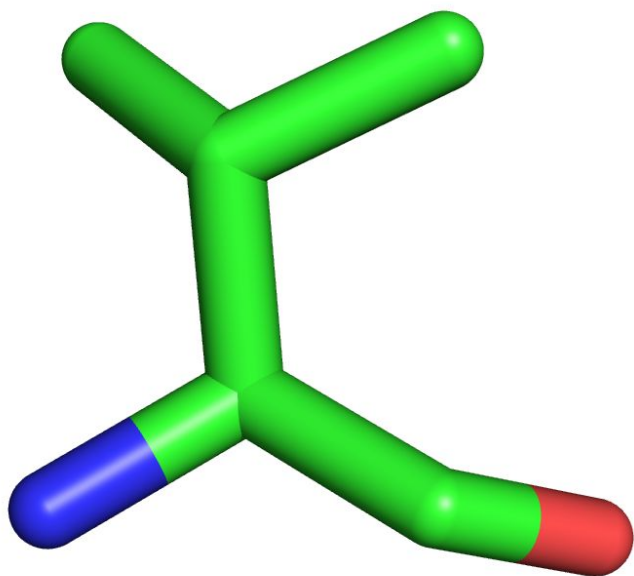
Моноаминомонокарбоновые аминокислоты



Аланин (АЛА)

**α-Аминопропионовая
кислота**

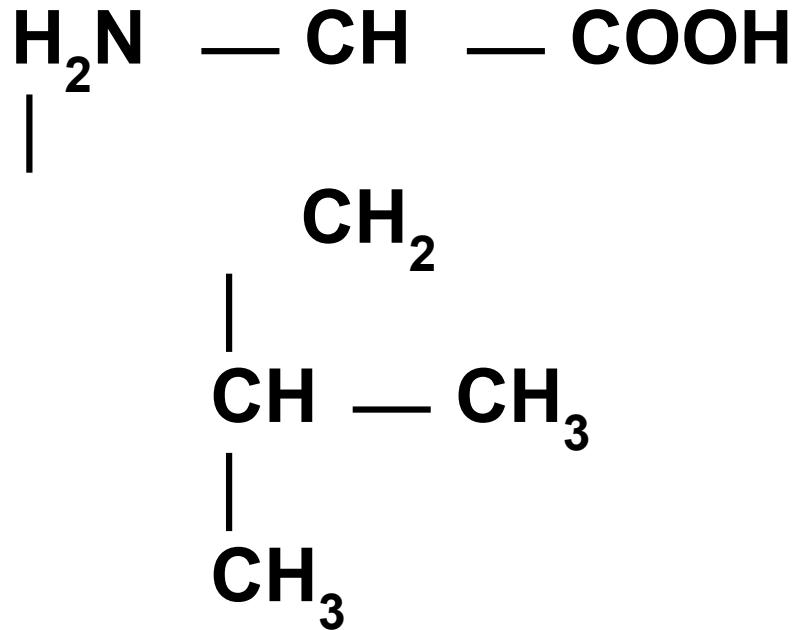
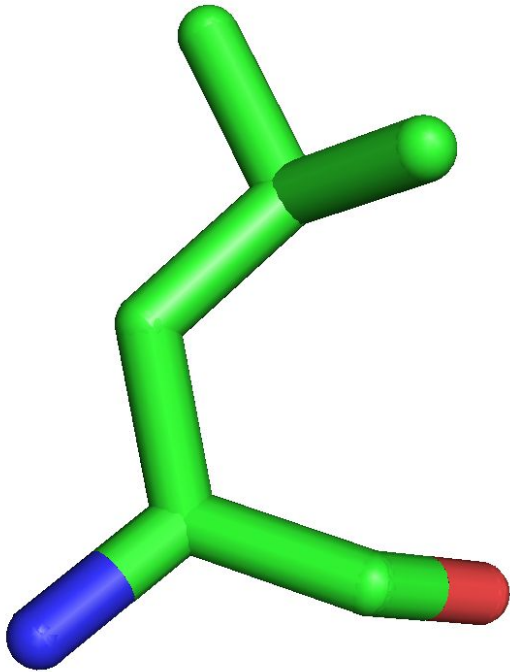
Моноаминомонокарбоновые аминокислоты



Валин (ВАЛ)

**α -Амино- β -метилмасляная
кислота**

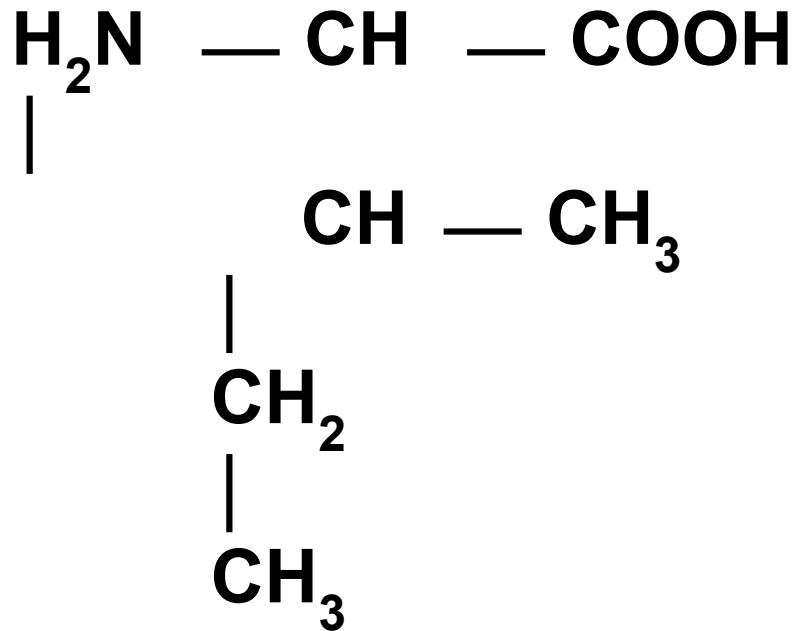
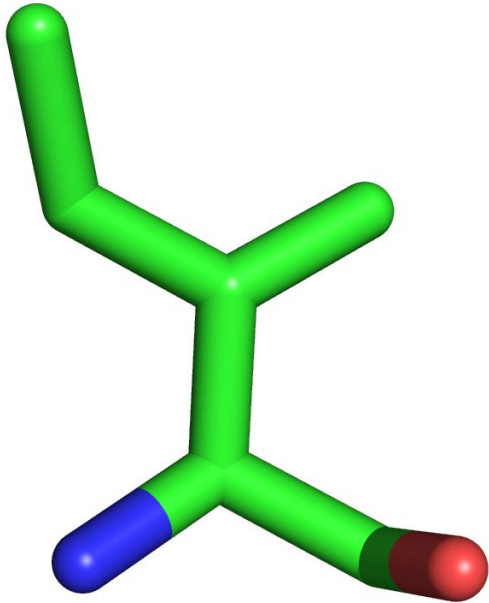
Моноаминомонокарбоновые аминокислоты



Лейцин (ЛЕЙ)

α-Амино-γ-метилвалериановая кислота

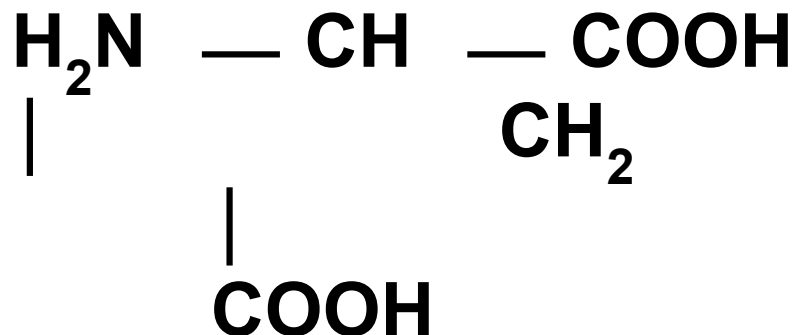
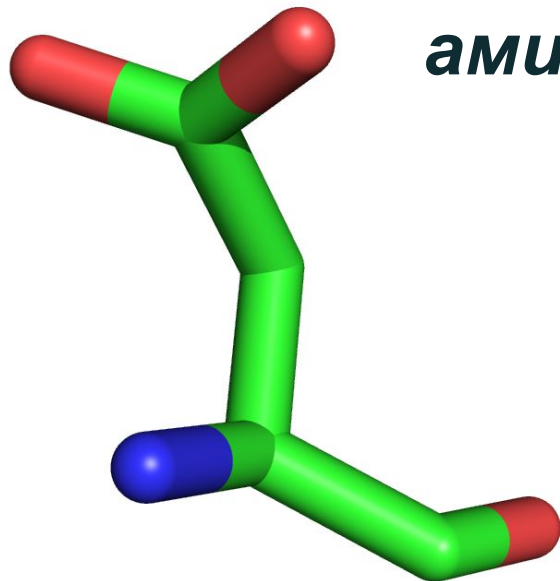
Моноаминомонокарбоновые аминокислоты



Изолейцин (ИЛЕ)

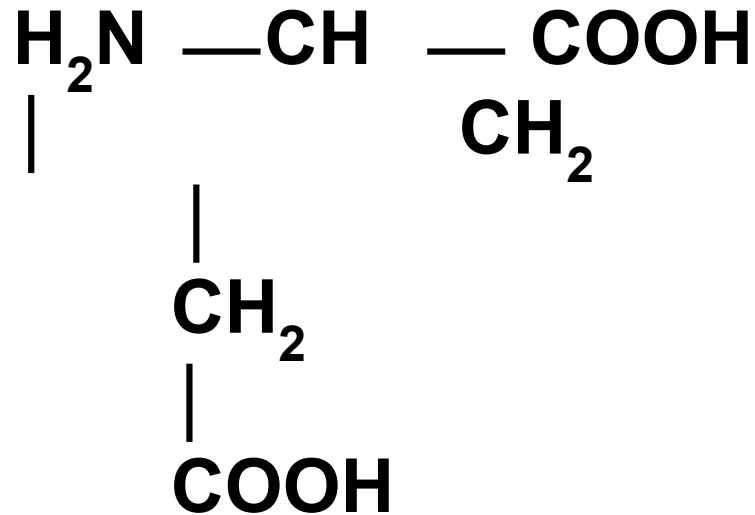
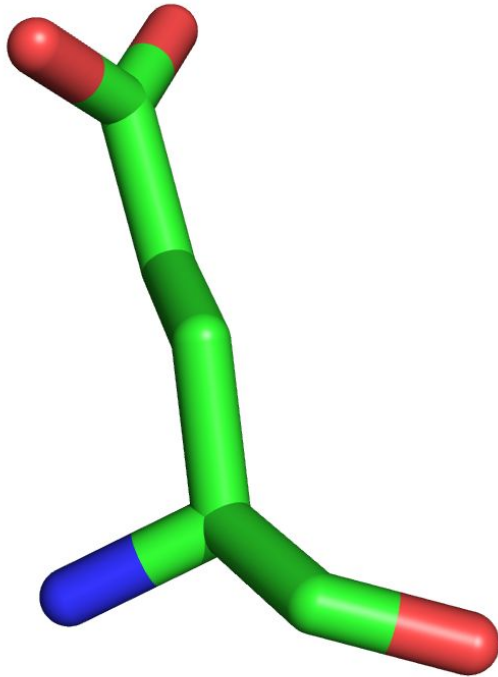
α-Амино-β-метилвалериановая кислота

II. Моноаминодикарбоновые аминокислоты (кислые)



Аспарагиновая кислота (АСП)
α-Аминоянтарная кислота

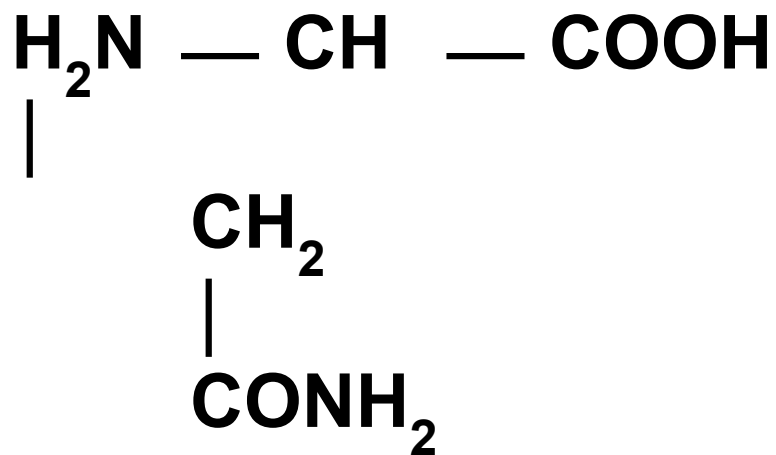
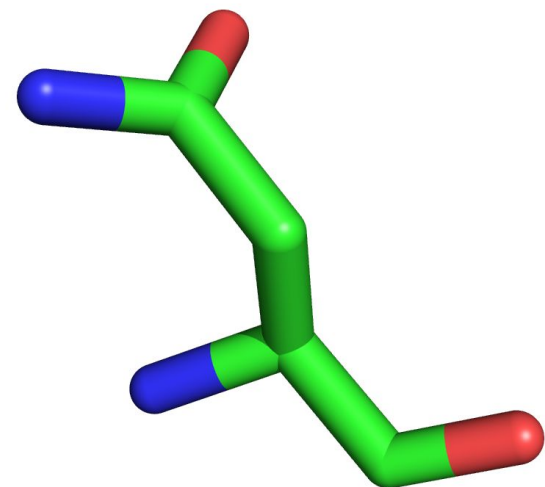
Моноаминодикарбоновые аминокислоты



Глутаминовая кислота (ГЛУ)
 α -Аминоглутаровая кислота

*Боковые радикалы
гидрофильные, ионогенные,
несут отрицательный заряд
($-\text{OOC} - \text{CH}_2 -$).*

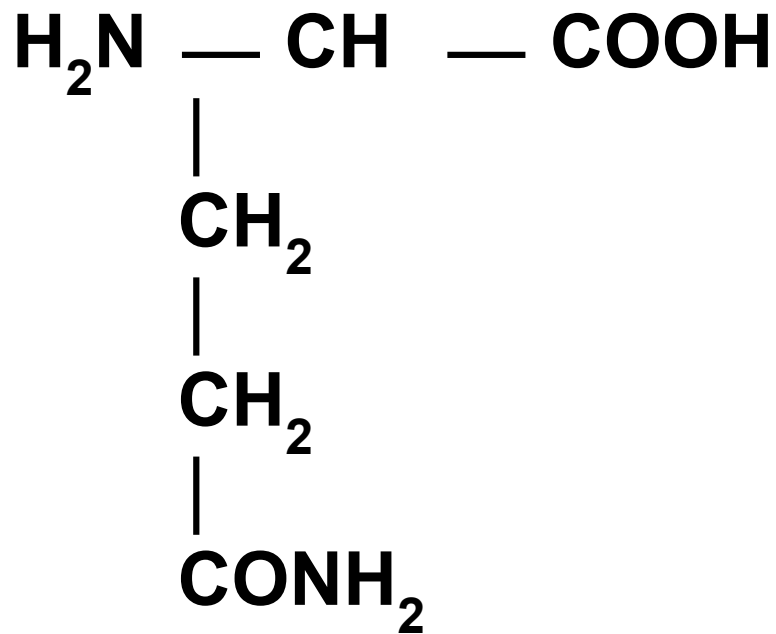
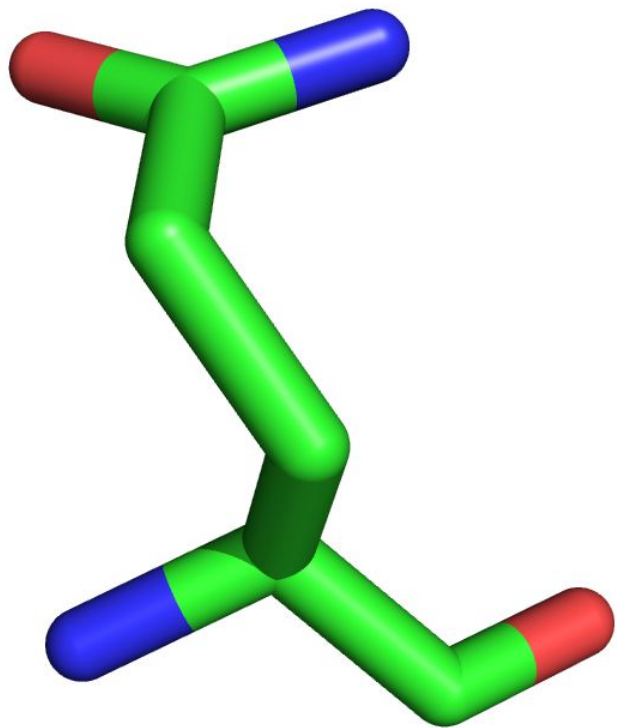
Моноаминодикарбоновые аминокислоты



Аспарагин (АСН)

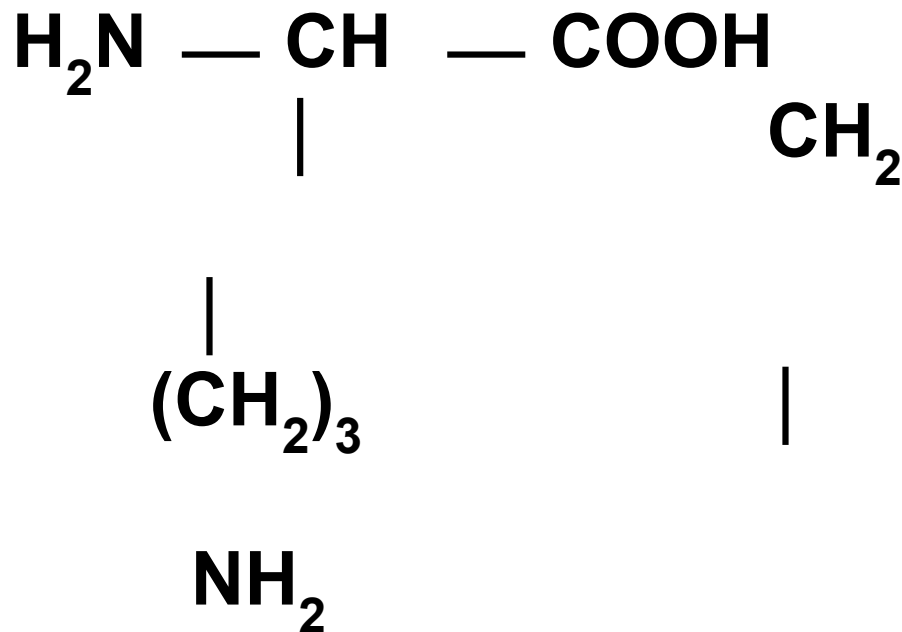
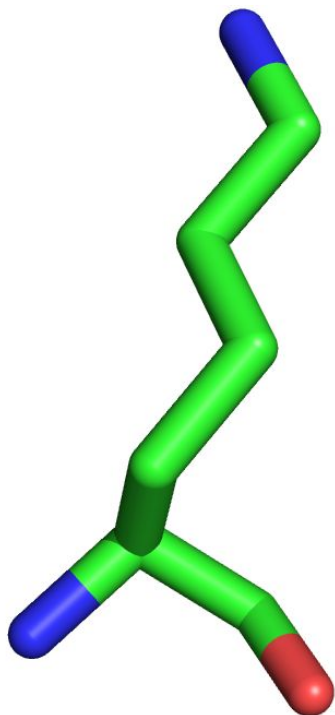
***В состав белков
входят амиды данных
кислот.***

Моноаминодикарбоновые аминокислоты



Глутамин (ГЛН)

III. Диаминомонокарбоновые аминокислоты (основные)

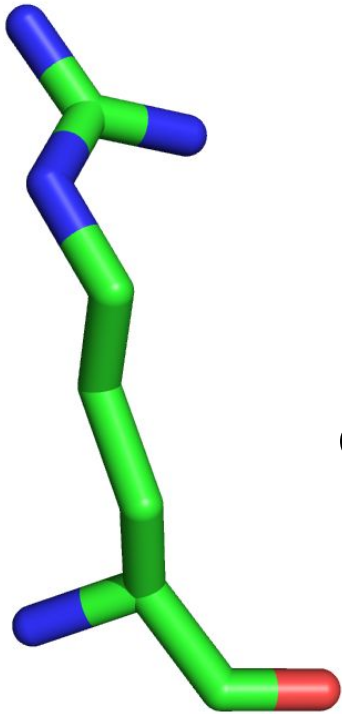


Лизин (ЛИЗ)

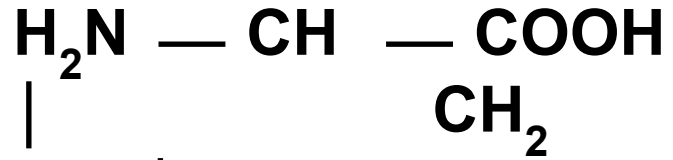
α,ε-Диаминокапроновая кислота

Боковой радикал гидрофильный, ионогенный, несет положительный заряд ($\text{H}_3\text{N}^+ - (\text{CH}_2)_4 -$).

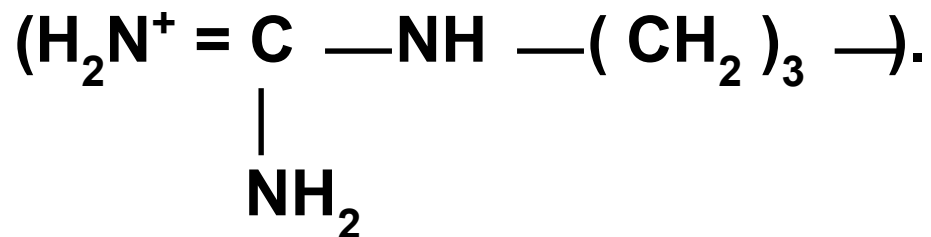
Диаминомонокарбоновые аминокислоты



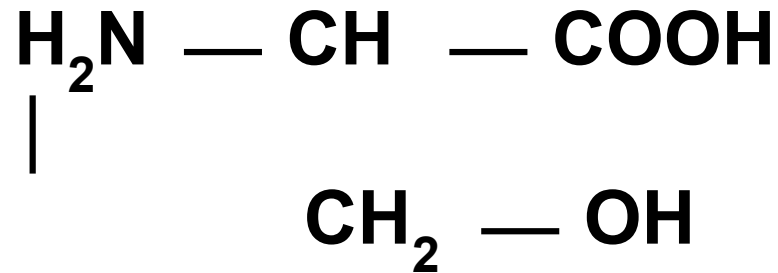
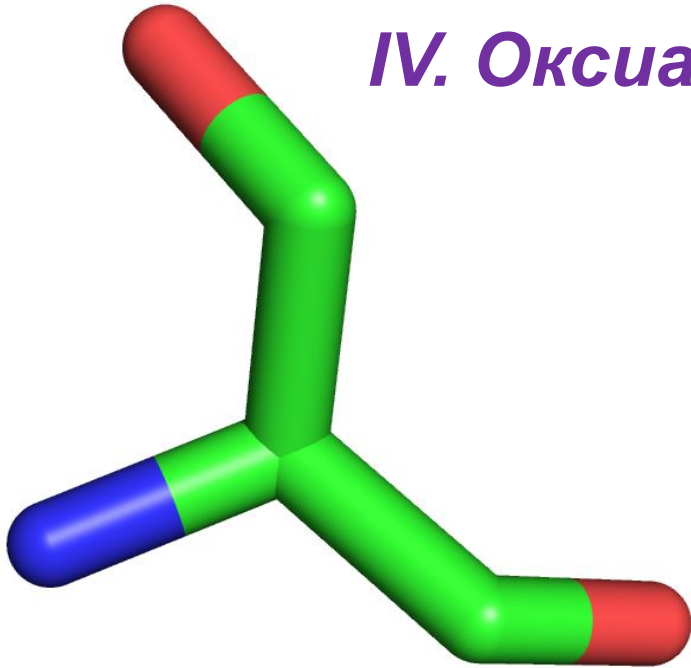
Аргинин (АРГ)
α-Амино-δ-гуанидино-
валериановая кислота



*Боковой радикал гидрофильный,
ионогенный, несёт
положительный заряд*



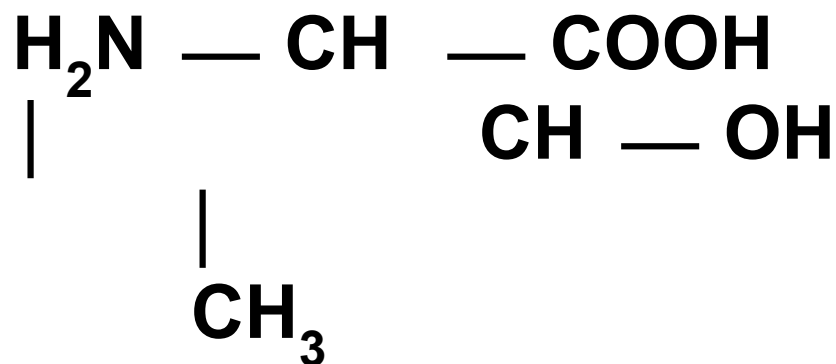
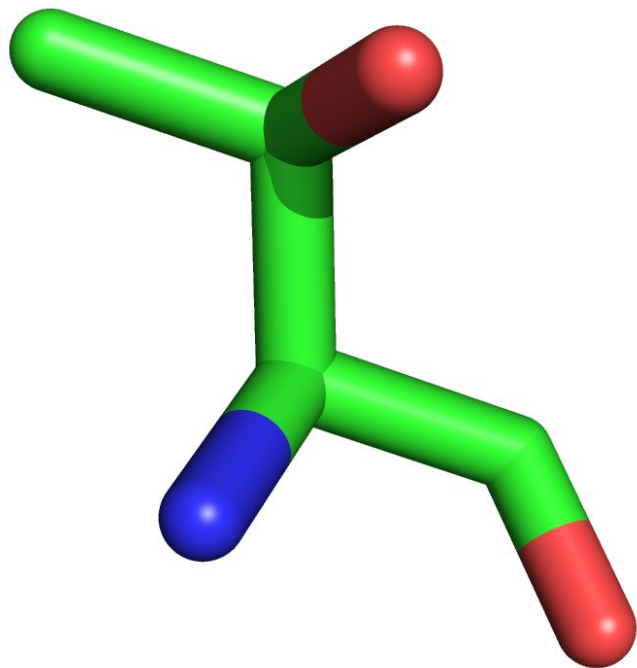
IV. Оксиаминокислоты



Серин (SER)

α-Амино-β-оксипропионовая кислота

Оксиаминокислоты

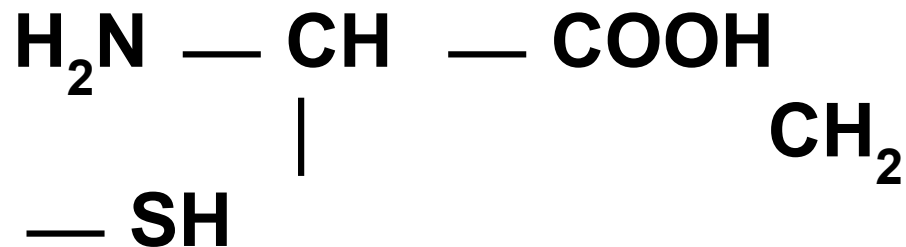
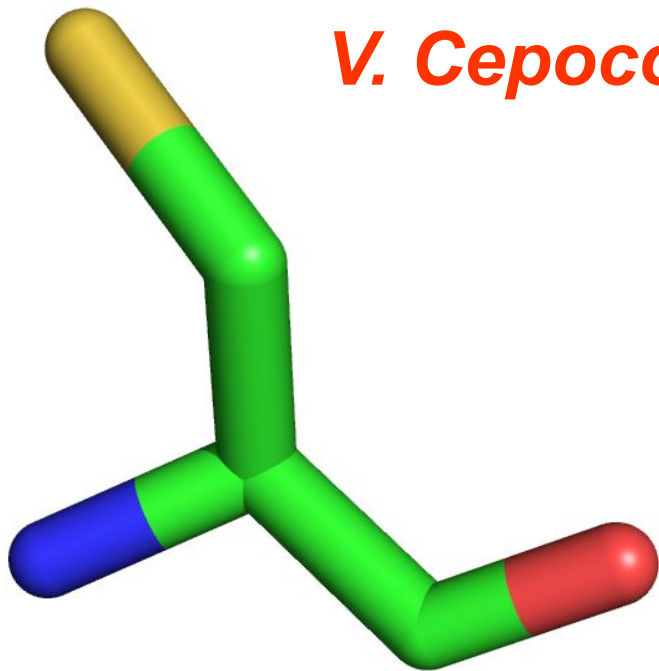


Треонин (TPE)

**α-Амино-β-оксимасляная
кислота**

*Боковые радикалы
гидрофильные,
неионогенные (имеют
спиртовую природу).*

V. Серосодержащие аминокислоты

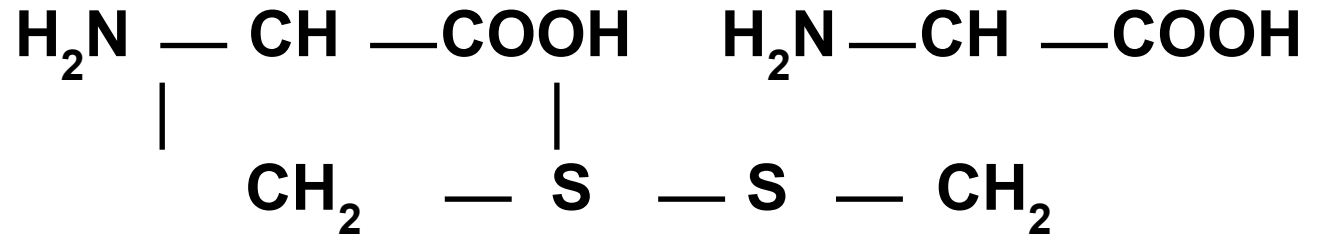
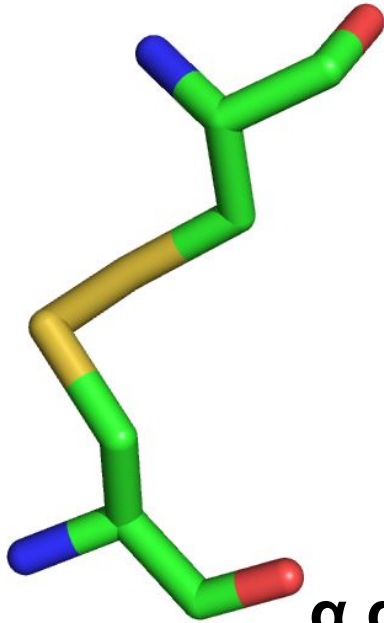


Цистеин (ЦИС)

**α-Амино-β-меркаптопропионовая
кислота**

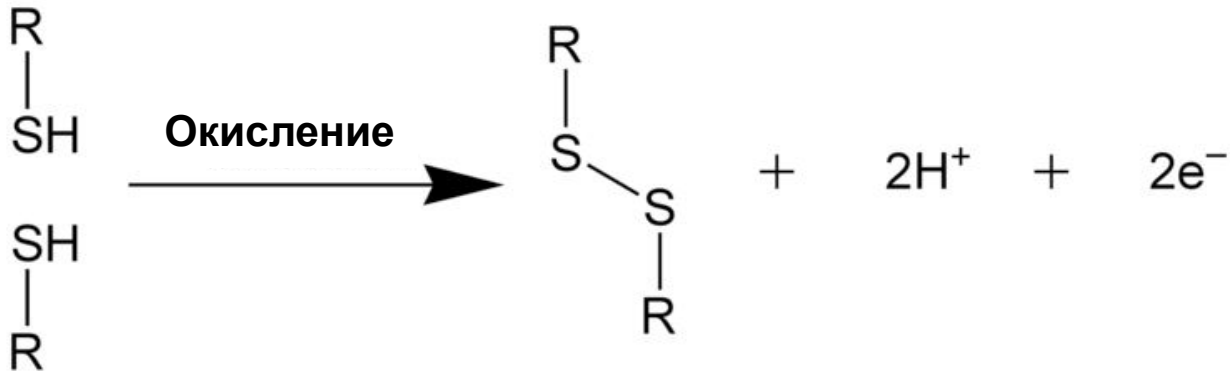
**Боковой радикал
гидрофильный, ионогенный,
несёт отрицательный заряд
(⁻S — CH₂ —).**

Серосодержащие аминокислоты



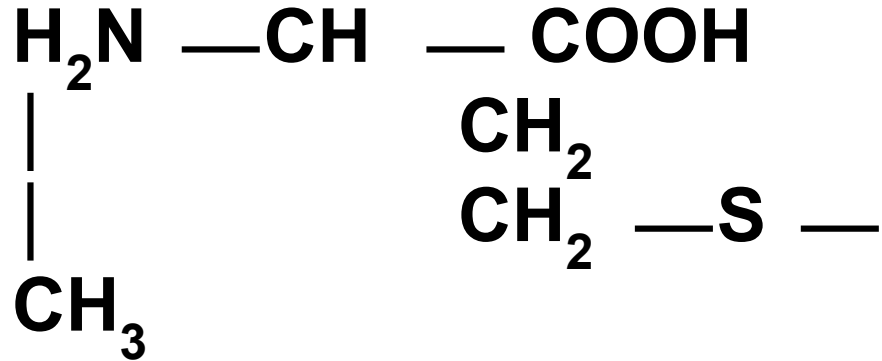
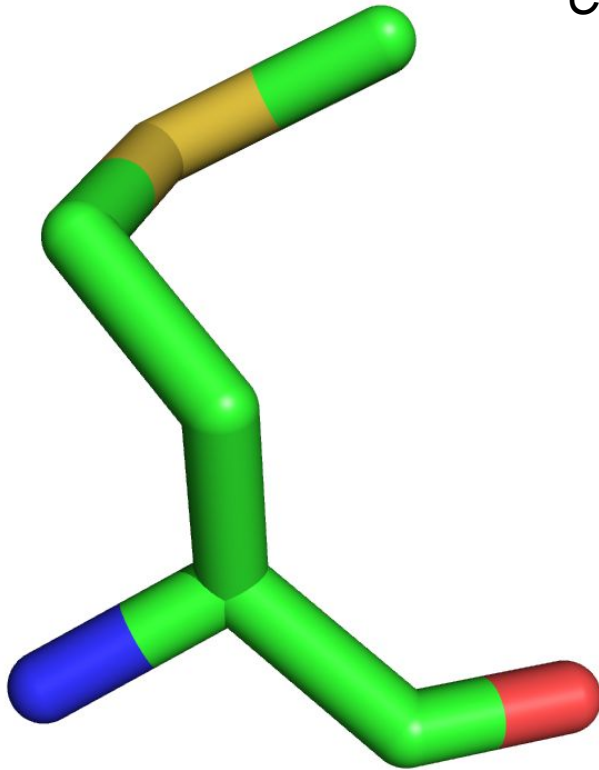
Цистин (ЦИС-ЦИС)

α, α' -Диамино- β, β' -димеркаптопропионовая кислота



Боковой радикал гидрофобный.

Серосодержащие аминокислоты

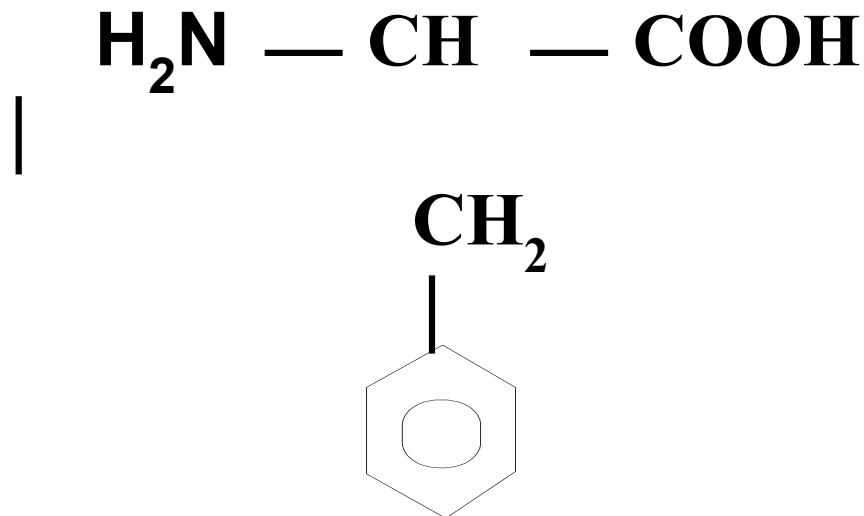
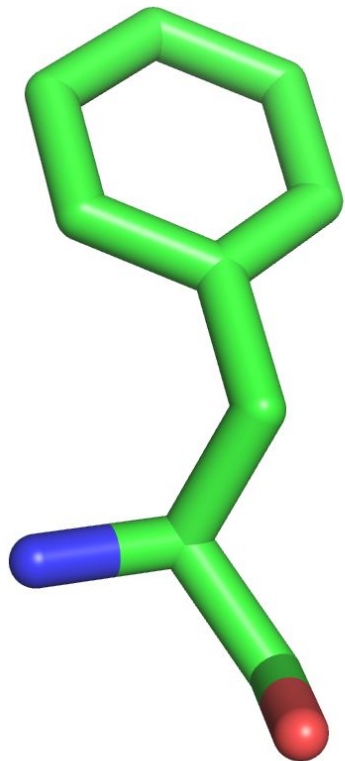


Метионин (MET)

**α-Амино-γ-метилтиомасляная
кислота**

Боковой радикал гидрофобный.

VI. Ароматические α-аминокислоты

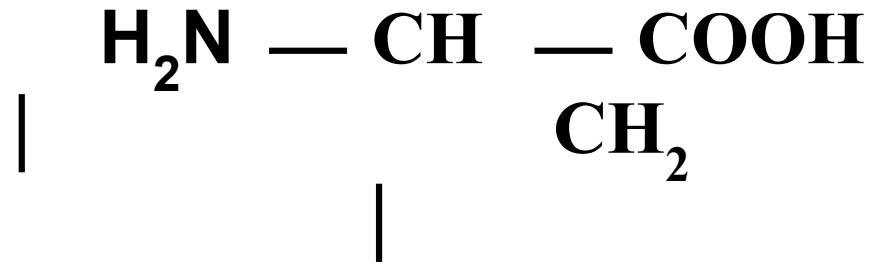
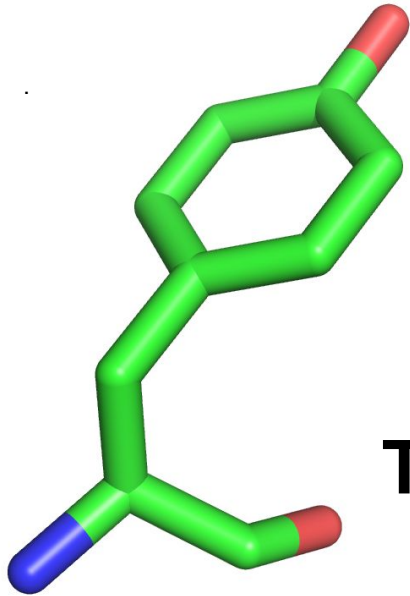


Фенилаланин (Фен)

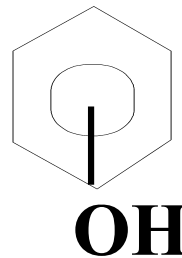
**α-Амино-β-фенилпропионовая
кислота**

*Боковой радикал
гидрофобный.*

Ароматические α - аминокислоты

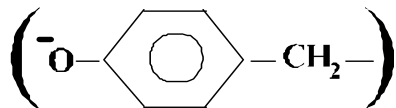


Тирозин (ТИР)

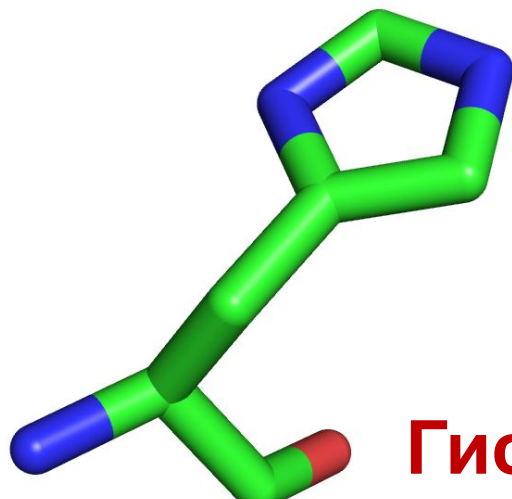


α -Амино- β -параоксифенилпропионовая
кислота

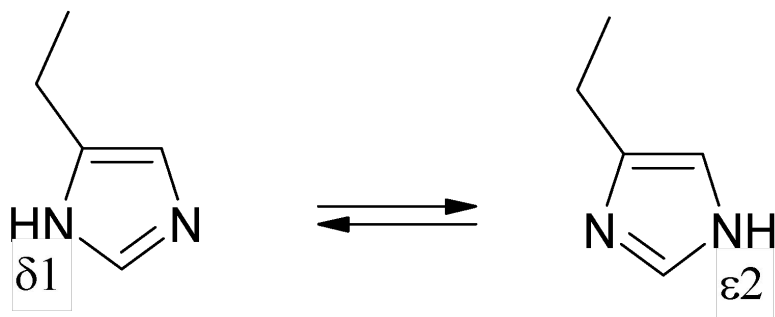
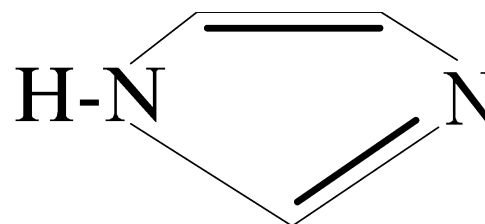
*Боковой радикал гидрофильный,
ионогенный, несёт отрицательный
заряд*



VII. Гетероциклические α-аминокислоты

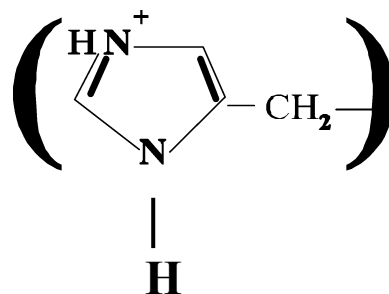


Гистидин (ГИС)

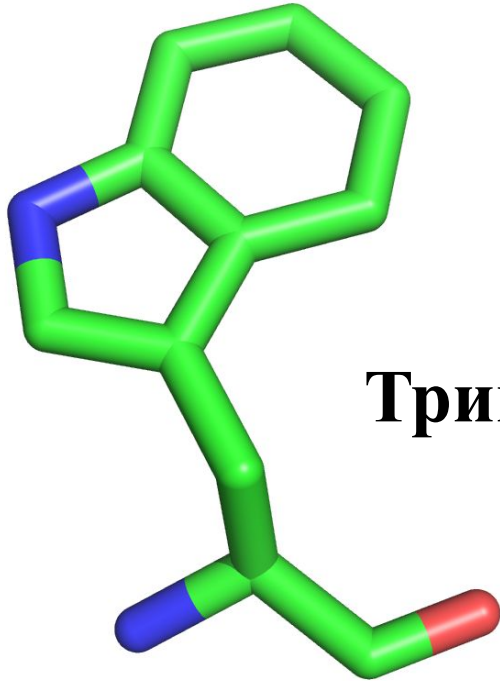


**α -Амино-β-имидазолил-
пропионовая
кислота**

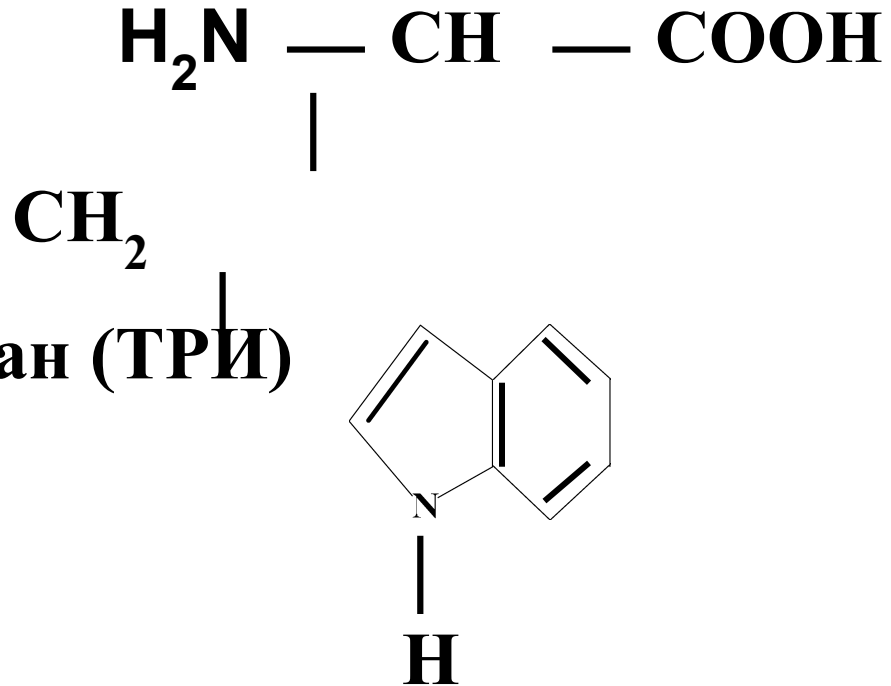
**Боковой радикал
гидрофильный,
ионогенный несёт
положительный заряд**



Гетероциклические α - аминокислоты



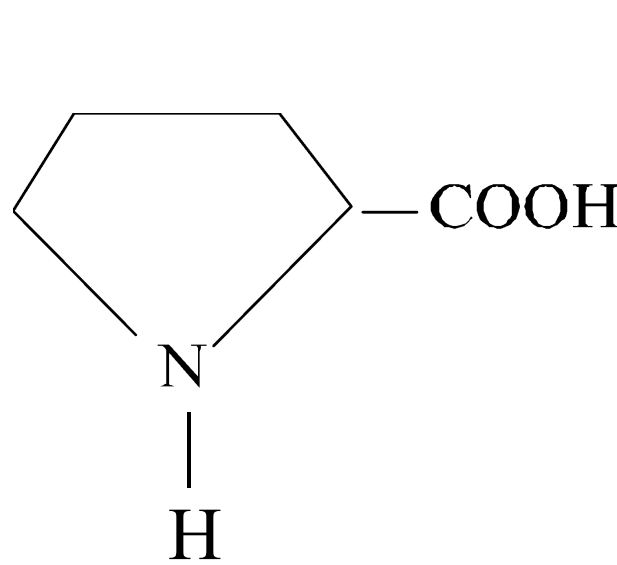
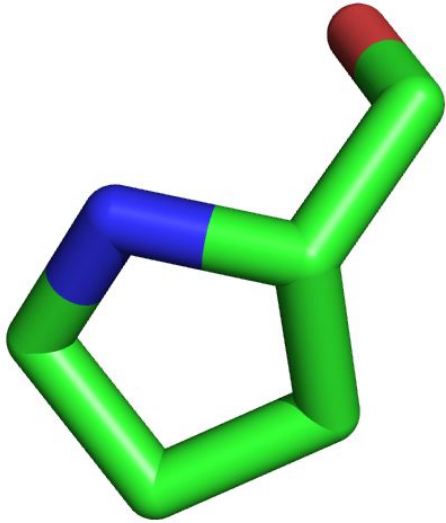
Триптофан (ТРИ)



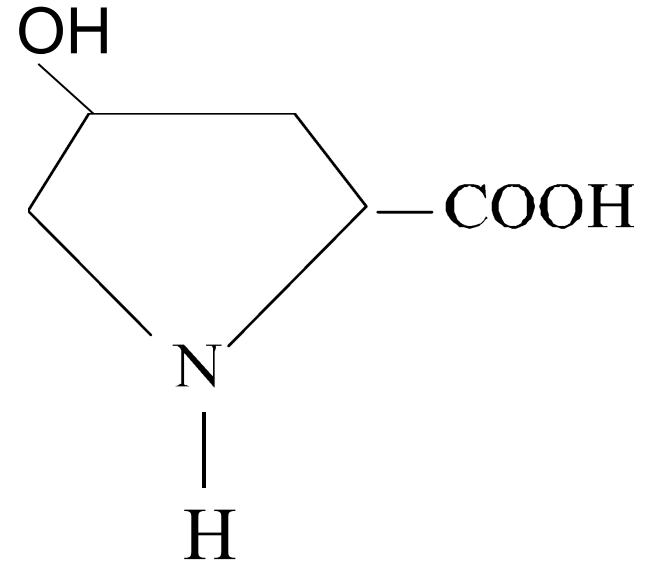
α -Амино- β -индолилпропионовая кислота

Боковой радикал гидрофобный, неионогенный.

Иминокислоты



Пролин (ПРО)



Оксипролин (ОПР)

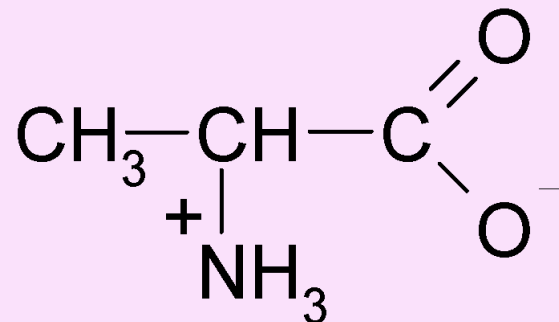
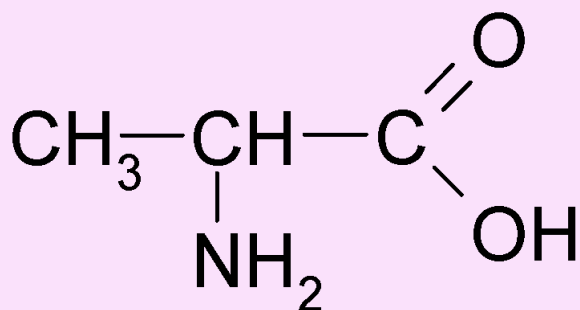
У пролина боковой радикал гидрофобный, неионогенный, у оксипролина – гидрофильный, ионогенный.

II. По способности синтезироваться в организме аминокислоты делятся на заменимые и незаменимые.

К незаменимым аминокислотам относят: валин, изолейцин, лейцин, триптофан, фенилаланин, метионин, лизин, треонин.

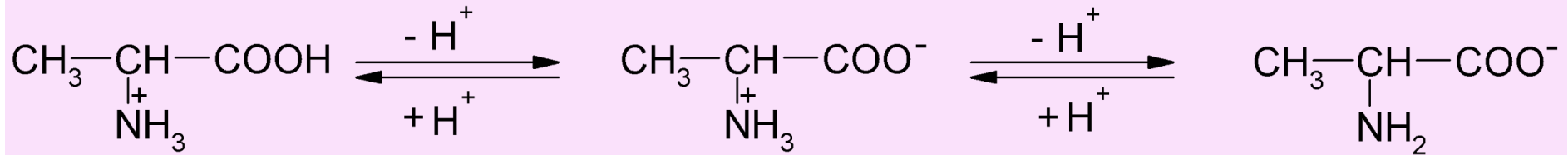


В твердом состоянии и водных растворах при нейтральных значениях pH α-аминокислоты существуют преимущественно в виде внутренних солей – **цвиттер-ионов**:



Цвиттер-ион

В сильноокислой среде преобладает катионная форма, в сильнощелочной - анионная.



**Катионная
форма**

Цвиттер-ион

**Анионная
форма**

**Сильнокислая
среда**

Нейтральная

**Сильнощелочная
среда**

Значение рН, при котором концентрация диполярных ионов максимальна, а минимальные концентрации катионных и анионных форм α-аминокислоты равны, называется изоэлектрической точкой (pI).

В изоэлектрической точке суммарный заряд молекулы кислоты равен 0.

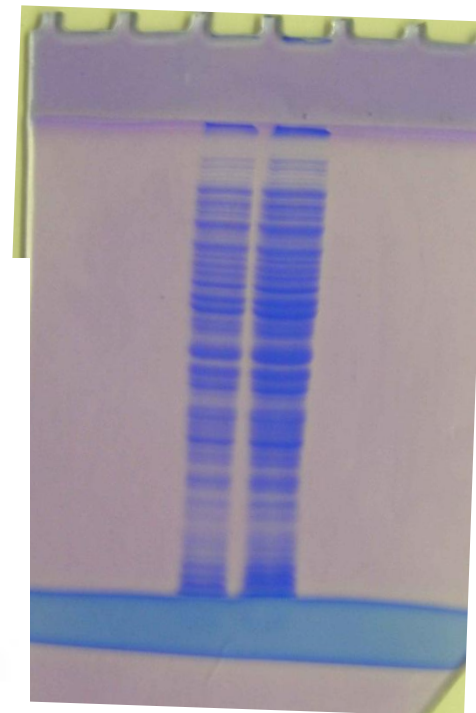
α -Аминокислоты, строение, номенклатура, изомерия

**Для моноаминомонокарбоновых кислот $pI \approx 5-6$,
 pI моноаминодикарбоновых кислот (Asp, Glu) ≈ 3 ,
 pI диаминомонокарбоновых кислот (His, Lys, Arg) $\approx 8-11$.**

Если pH меньше pI , АК имеет положительный заряд и движется к катоду. Если pH больше pI , АК имеет отрицательный заряд и движется к аноду. Диполярные ионы не перемещаются в электрическом поле.

α -Аминокислоты, строение, номенклатура, изомерия

На этом основано разделение α -аминокислот методом электрофореза.

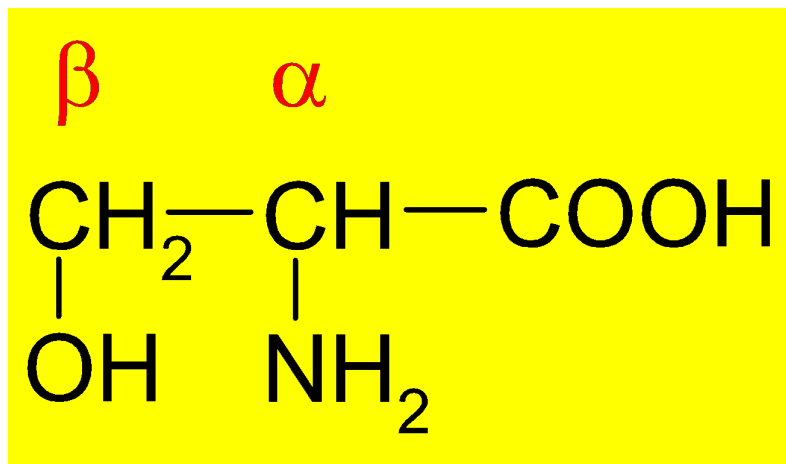


α-Аминокислоты, строение, номенклатура, изомерия

In vivo при физиологических значения $pH=7,34-7,36$ α -аминокислоты и белки находятся в анионной форме, отрицательный заряд которой уравновешивается катионами натрия и калия.

Номенклатура

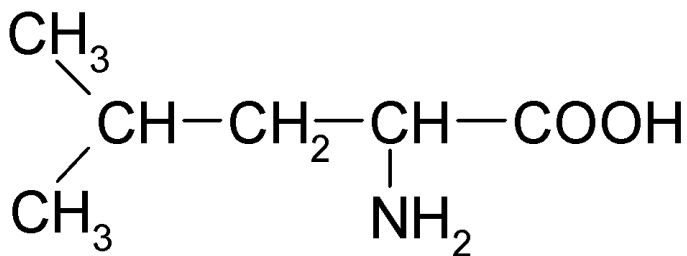
Названия α -аминокислот строятся по рациональной и заместительной номенклатуре ИЮПАК, но обычно используются их тривиальные названия:



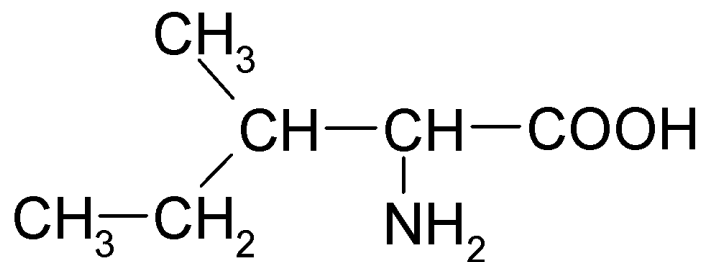
α -амино- β -гидроксипропионовая кислота
2-амино-3-гидроксипропановая кислота
серин

Изомерия

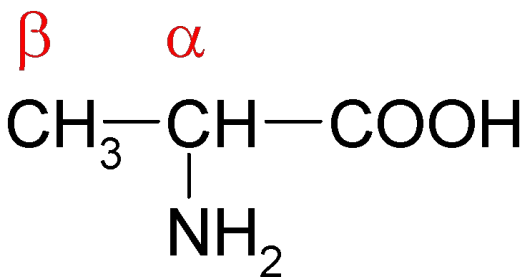
Структурная изомерия



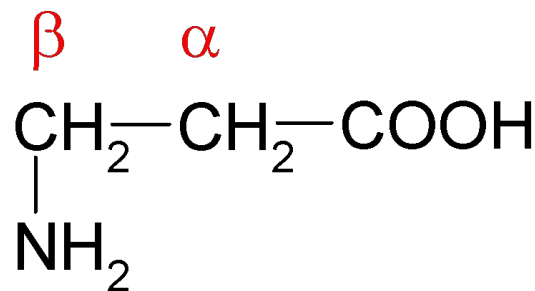
лейцин



изолейцин



аланин

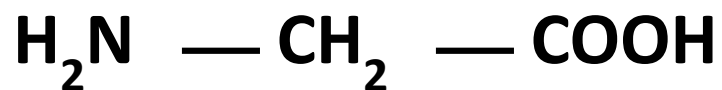


β -аланин

Сtereoизомерия

α - Аминокислоты - хиральные соединения, обладающие оптической активностью.

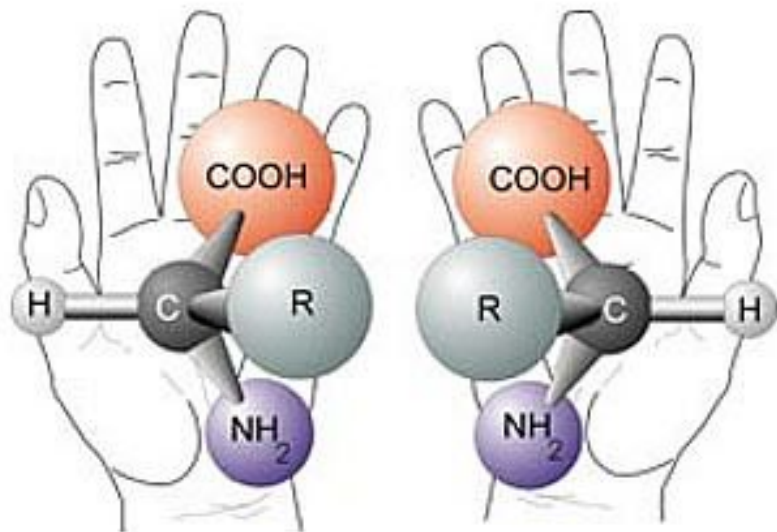
Исключение составляет глицин:



**Зеркало Венеры, 1898,
Edward Jones.**

**Все объекты на этой
картине имеют зеркальные
отображения.**

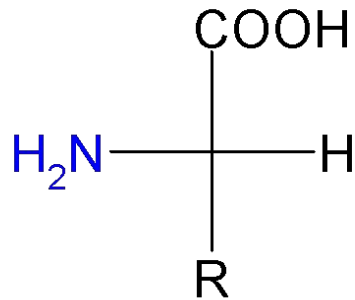
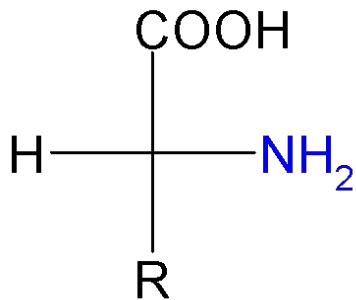
Стереοизомерия



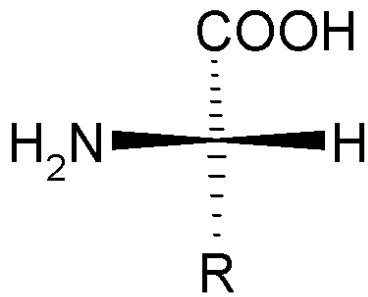
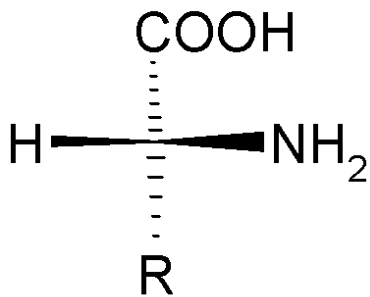
Относительная конфигурация α -аминокислот определяется по положению $-\text{NH}_2$ группы у α -углеродного звена. Расположение аминогруппы слева соответствует L-, справа – D-конфигурации.

Почти все природные α -аминокислоты принадлежат к L-ряду.

Стереοизомерия



Формулы Фишера

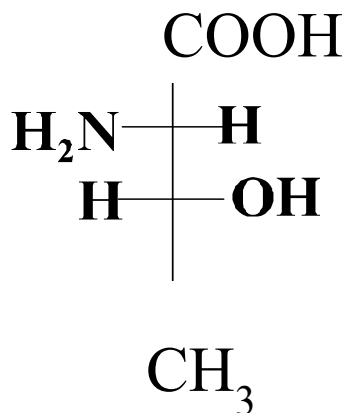


**Формулы с
КЛИНОВИДНЫМИ
СВЯЗЯМИ**

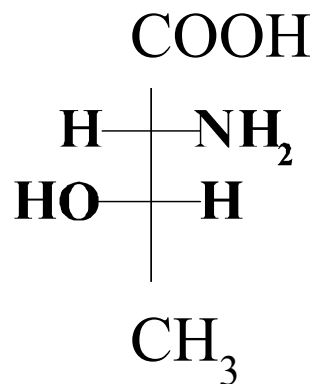
D-аминокислота

L-аминокислота

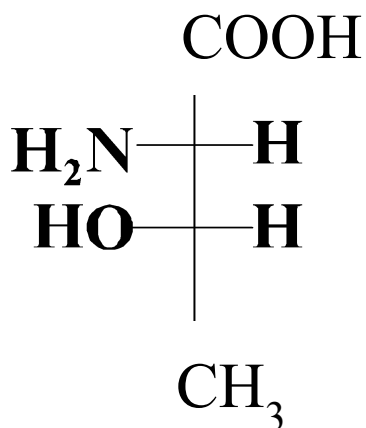
Аминокислоты, строение, номенклатура, изомерия, классификация



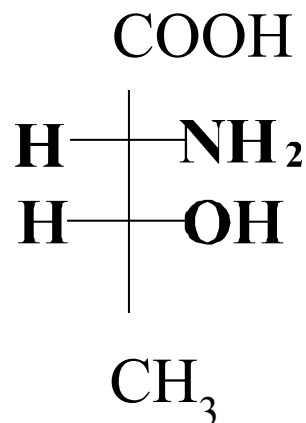
L - треонин



D - треонин



L - алло-треонин



D - алло-треонин

В состав белков входит L - треонин.

Физические свойства

α -Аминокислоты - кристаллические вещества. Имеют высокие температуры плавления (выше 200° С), нелетучие, растворимые в воде и нерастворимые в неполярных органических растворителях.

Способность α -аминокислот растворяться в воде является важным фактором обеспечения их биологического функционирования - с нею связаны всасываемость α -аминокислот, их транспорт в организме и т.п.

Химические свойства

α -Аминокислоты - амфотерные соединения.

I. Реакции по группе -COOH

1. Солеобразование:

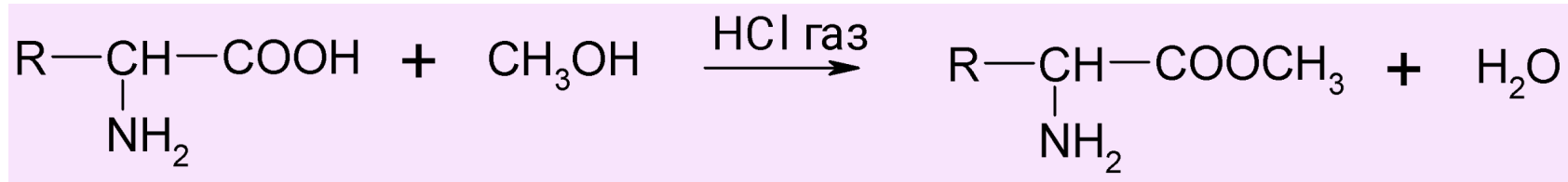


аланин

2-аминопропионат натрия

Реакции по группе -COOH

2. Реакция этерификации

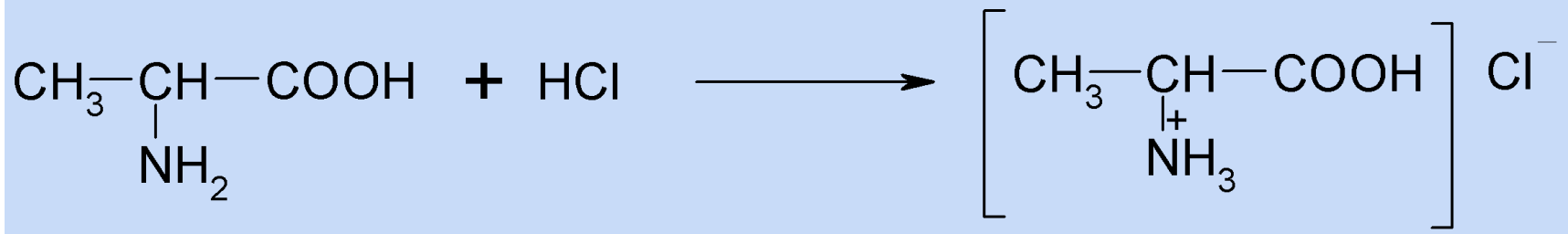


Метилловый эфир аминокислоты

**Используется для защиты карбоксильной группы
в синтезе пептидов**

II. Реакции по группе –NH₂:

1. Солеобразование



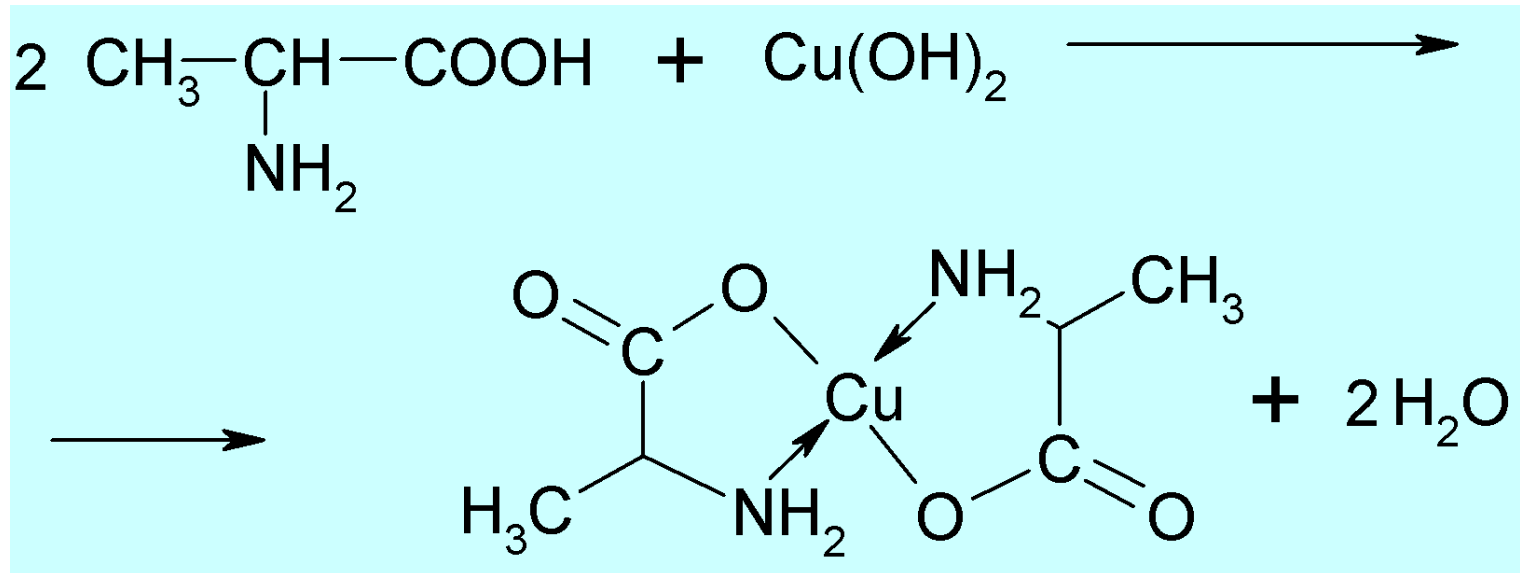
аланин

*гидрохлорид
аланина*

Химические свойства

Реакции по группе $-NH_2$:

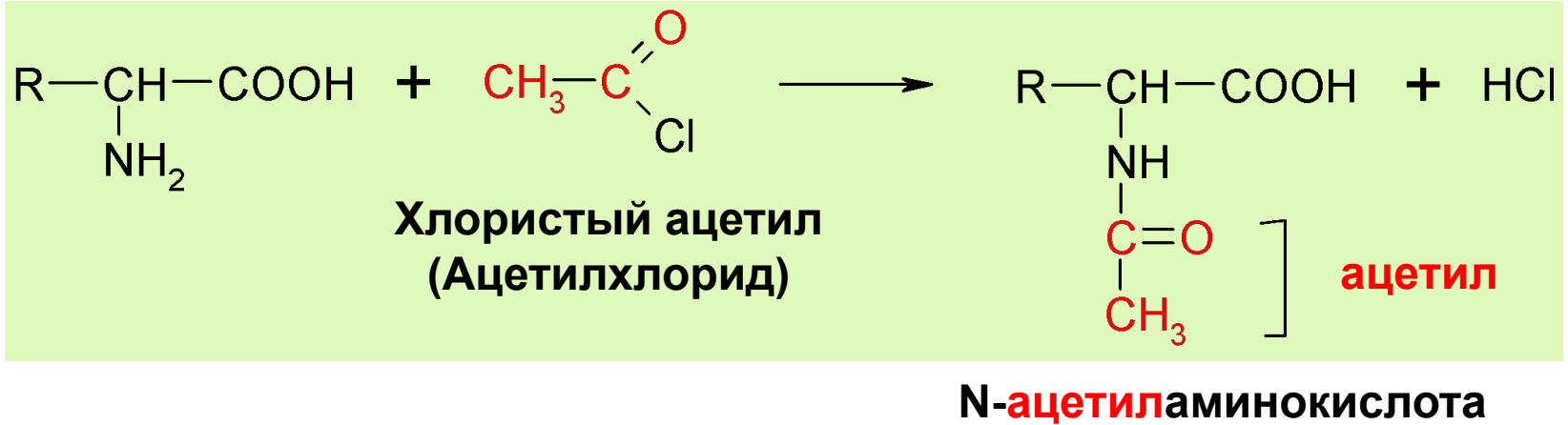
Взаимодействие с $Cu(OH)_2$



Хелатная соль меди

Реакции по аминогруппе

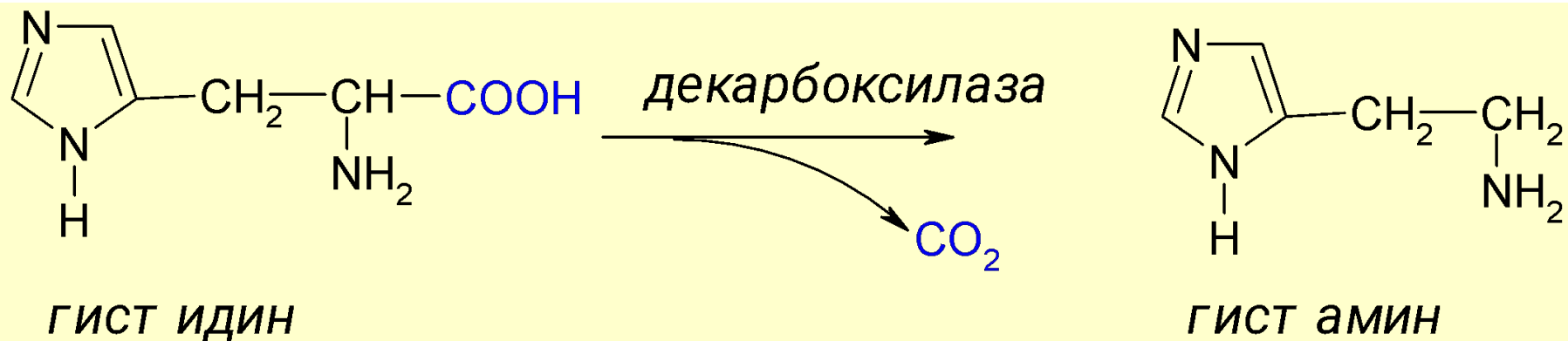
2.Ацилирование



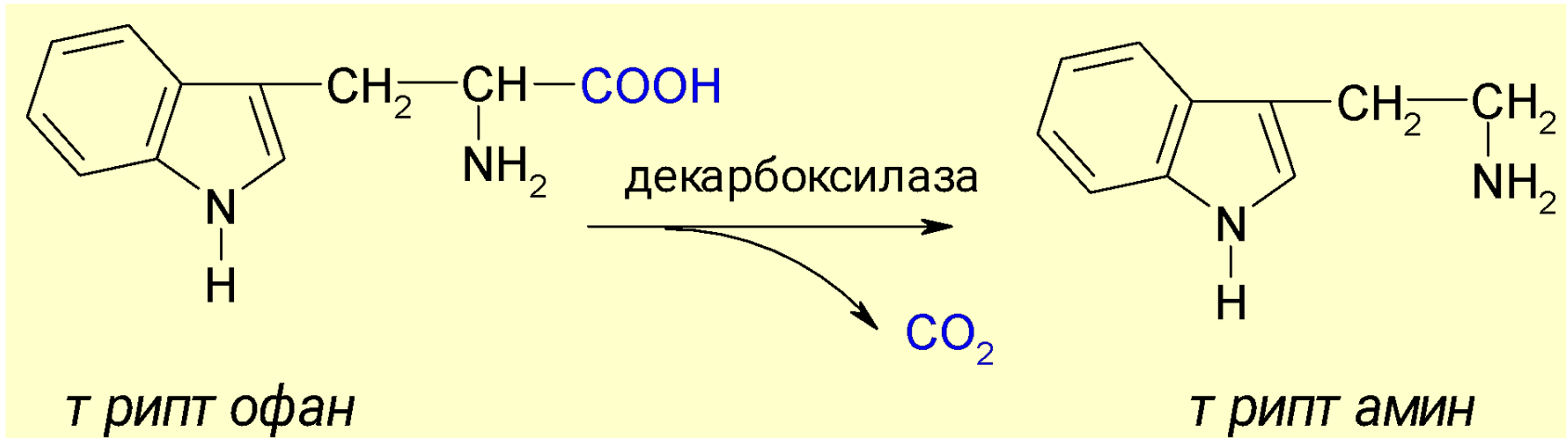
II. Биологически важные химические реакции:

1. Декарбоксилирование - путь образования биогенных аминов из α -аминокислот.

Процесс идет с участием ферментов декарбоксилаз:



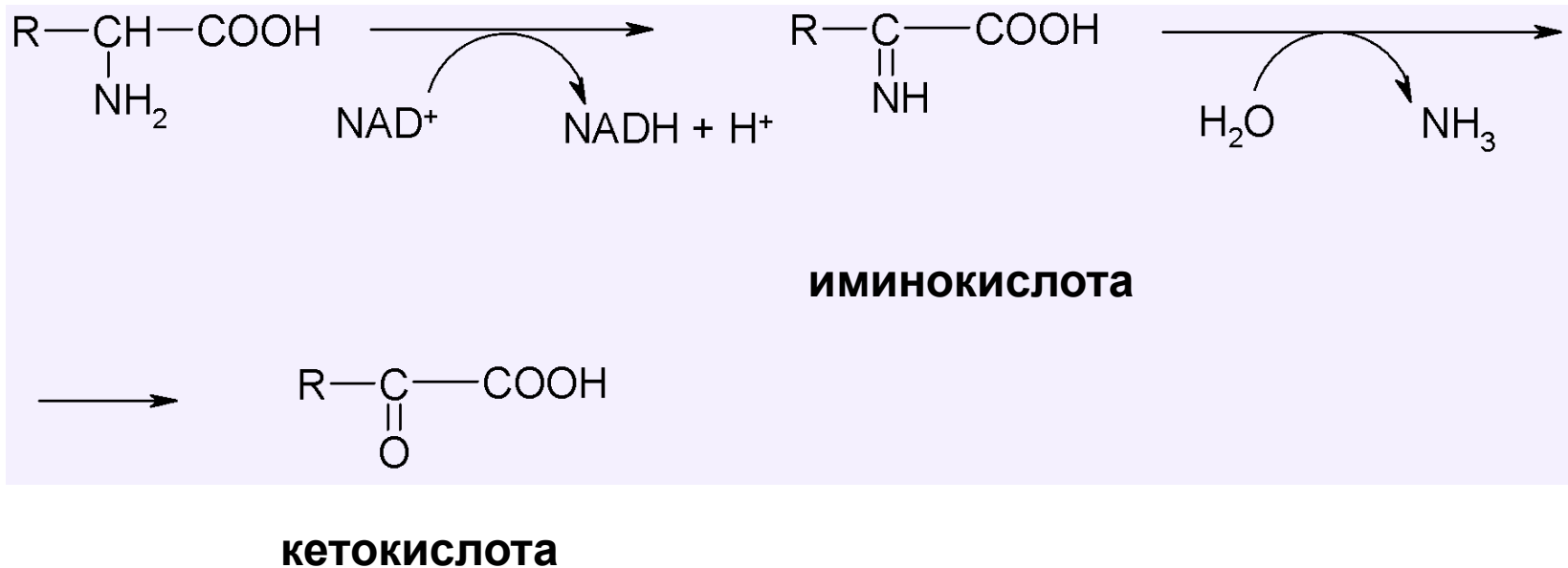
Декарбоксилирование



2. Дезаминирование - это реакция удаления аминогруппы путем окислительного, восстановительного, гидролитического или внутримолекулярного дезаминирования.

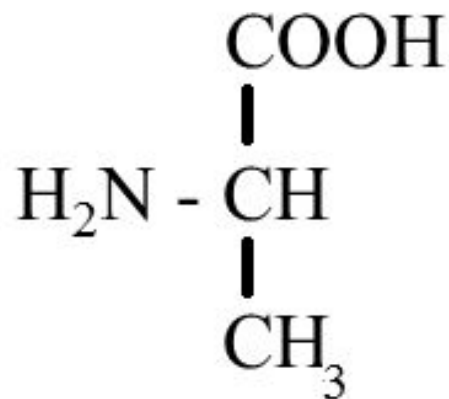
В организме преобладает путь окислительного дезаминирования: с участием ферментов дегидрогеназ и кофермента - НАД⁺.

Окислительное дезаминирование *in vivo*

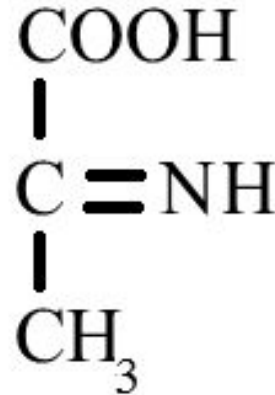
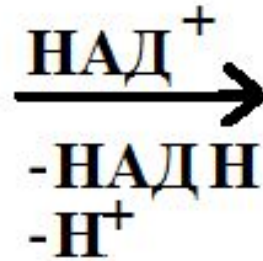


На первой стадии процесса происходит дегидрирование α -звена с образованием α -иминокислоты, на второй стадии - ферментативный гидролиз, приводящий к образованию α -кето кислоты.

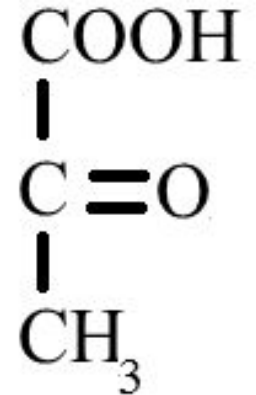
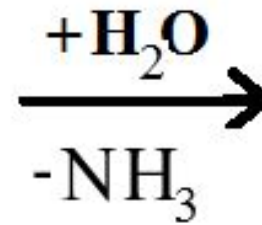
Дезаминирование



L-аланин



иминокислота



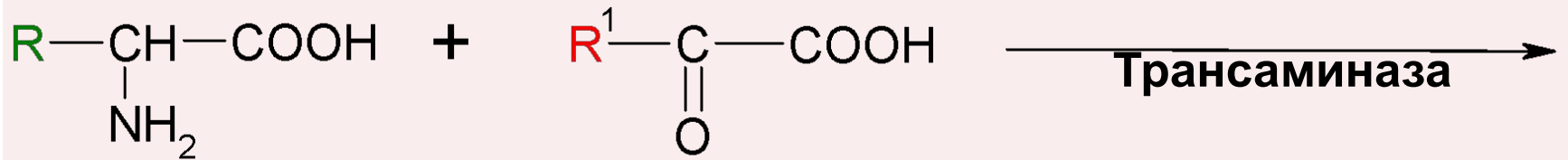
ПВК

3. Трансаминирование (переаминирование) - это путь синтеза необходимых α -аминокислот из α -кетокислот.

При этом донором аминогруппы является α -АК, находящаяся в избытке, а акцептором аминогруппы α -кетокислоты (ПВК, ЩУК, α -кетомасляная кислота).

Процесс происходит с участием фермента - трансаминазы и кофермента пиридоксальфосфата.

Трансаминирование



Аминокислота I

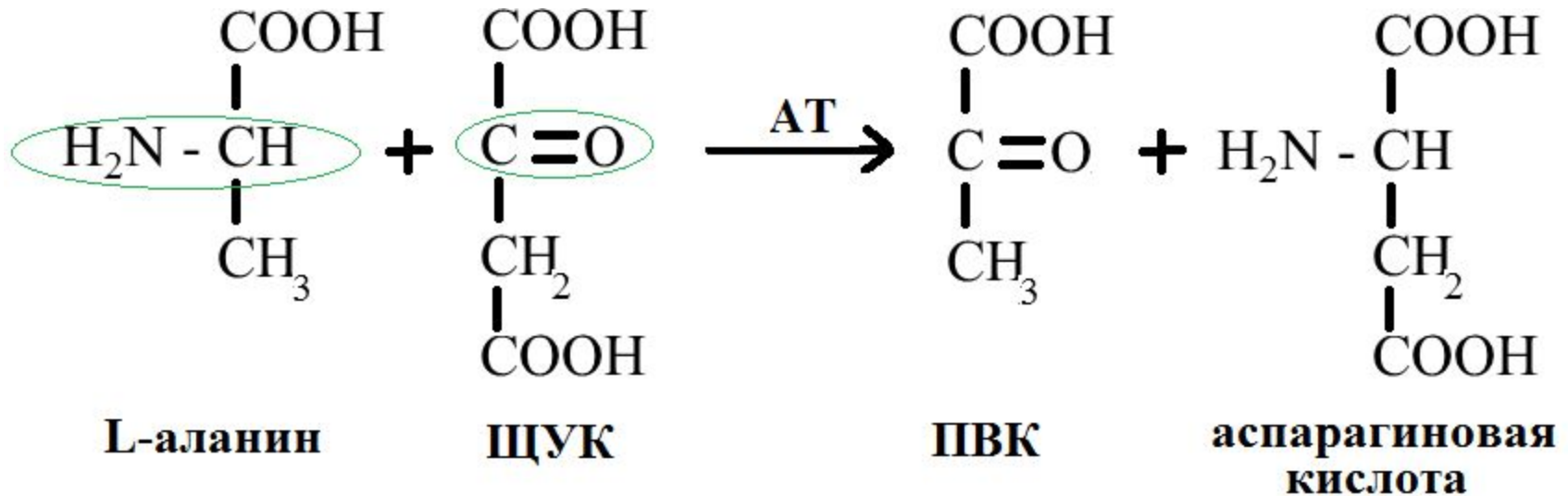
Кетокислота I



Кетокислота II

Аминокислота II

Трансаминирование



Процесс трансаминирования связывает обмен белков и углеводов в организме, регулирует содержание и синтез заменимых α-аминокислот.

Пептиды и белки

Пептиды (греч. πτεπτος — питательный) и белки - биополимеры, построенные из α-аминокислот.

Пептиды содержат до 100, белки свыше 100, олигопептиды - не более 10 аминокислотных остатков. Молекулярная масса пептидов до 10000, белков от 10000 до нескольких миллионов.

Функции белков

- 1. Ферментативная
- 2. Структурная
- 3. Питательная
- 4. Защитная функция
- 5. Транспортная
- 6. Регуляторная
- 7. Запасающая
- 8. Двигательная

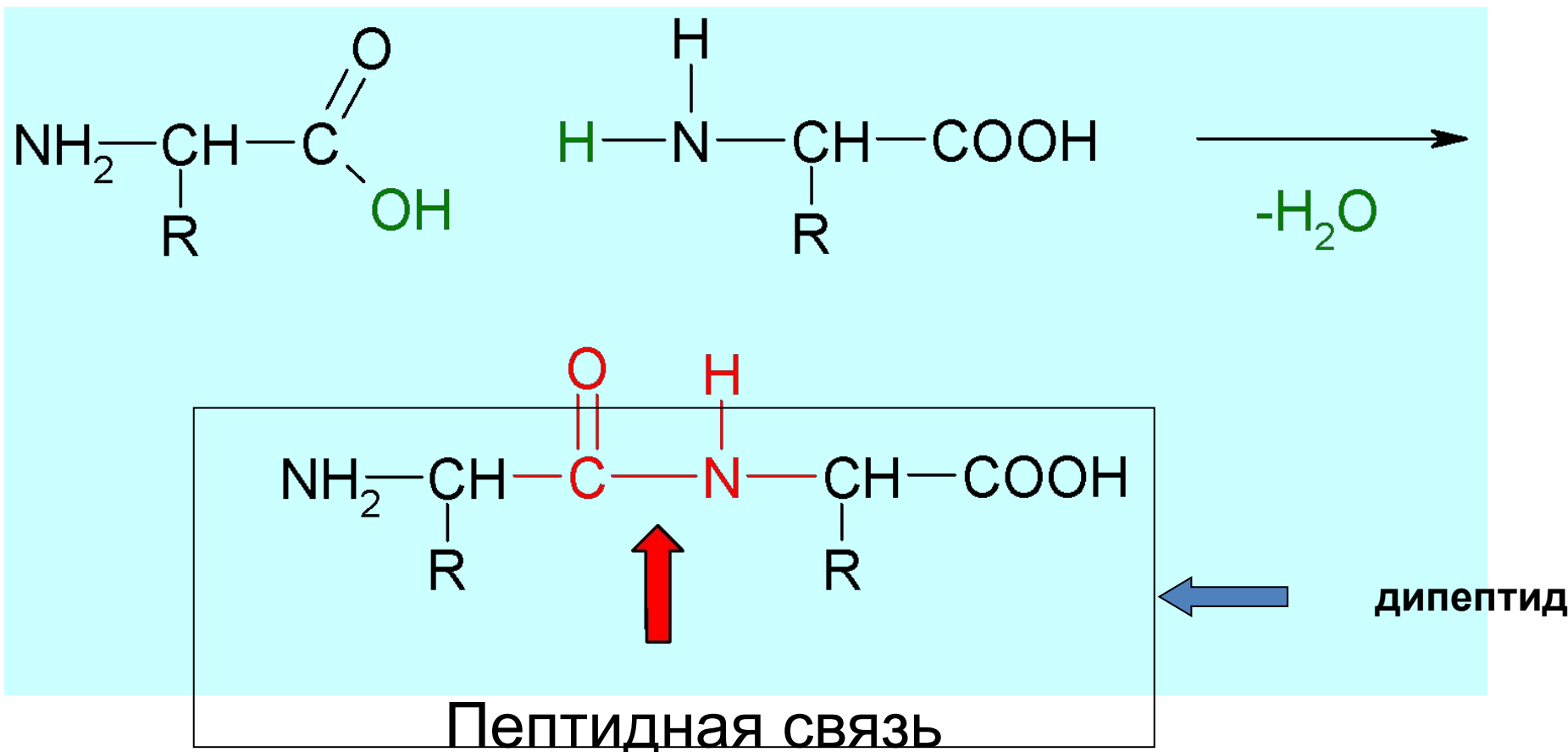
Классификация пептидов и белков

II. По составу белки делят на простые (неконъюгированные) и сложные (конъюгированные). Сложные белки состоят из белковой и небелковой простетической группы.

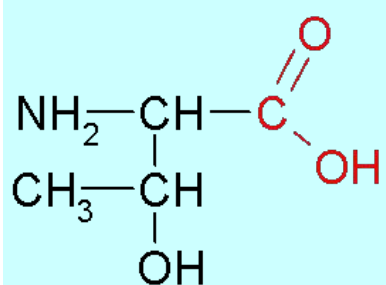
По ряду характерных свойств простые белки можно разделить на несколько подгрупп: альбумины, глобулины, гистоны, протамины, проламины, склеропротеины.

К сложным белкам относятся: фосфопротеины, нуклеопротеины, хромопротеины, гликопротеины, липопротеины.

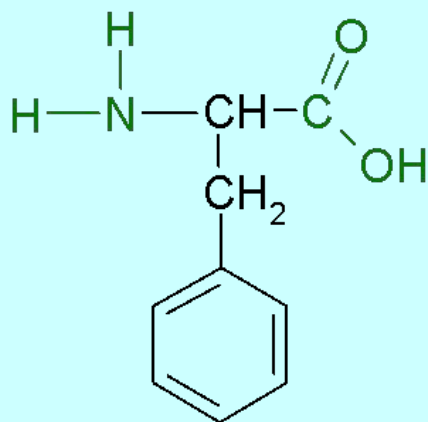
Схема образования пептидов



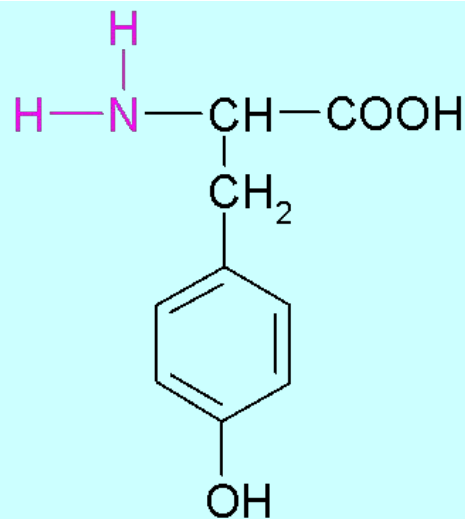
Образование пептидов



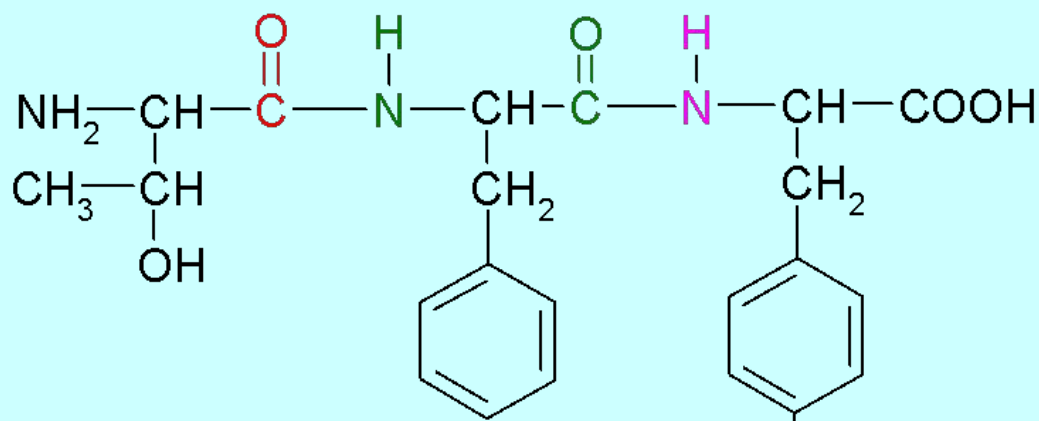
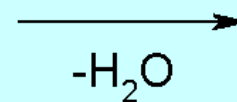
Тreonин



Фенилаланин



Тирозин

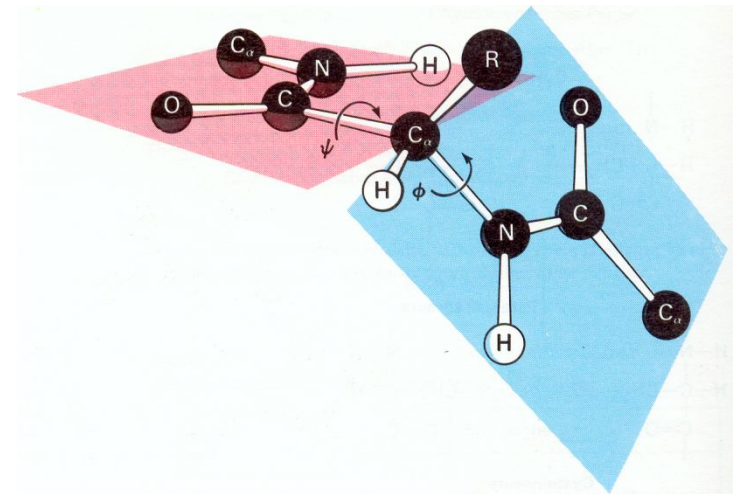
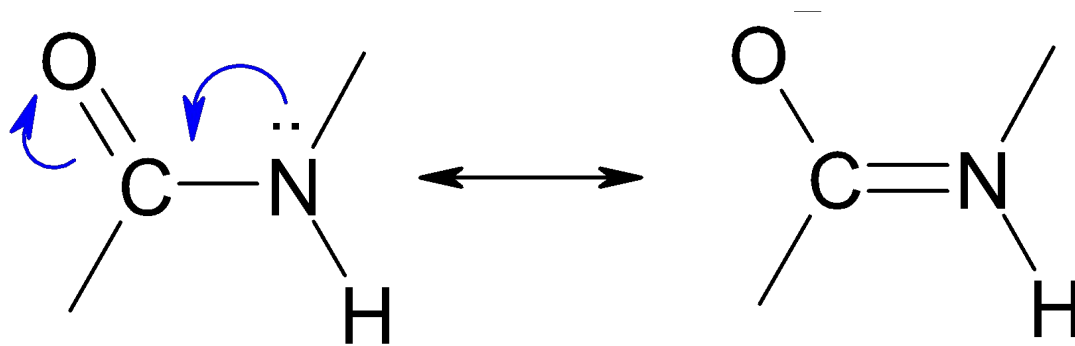


Треонил-Фенилаланил-Тирозин

Названия пептидов строятся путём последовательного перечисления аминокислотных остатков, начиная с N-конца, с добавлением суффикса -ил, кроме последней C-концевой аминокислоты, для которой сохраняется её полное название. Для остатка аспарагиновой кислоты используется название аспартил.

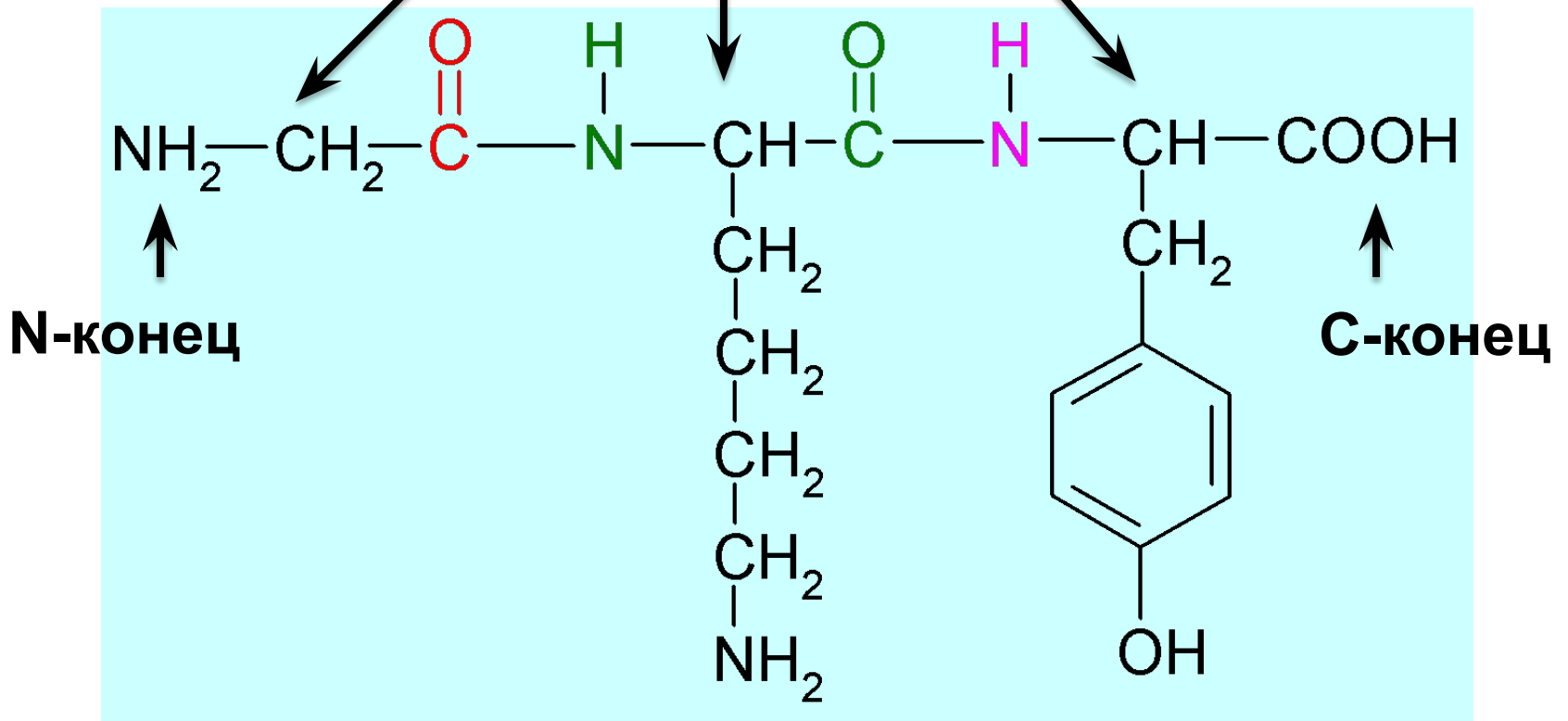
Пространственное строение амидной группы

1. Пептидная группа относится к p, π -сопряженной системе. Все атомы лежат в одной σ -плоскости.
2. За счет образования единого делокализованного $4p$ -электронного облака вращение вокруг $C-N$ связи затруднено.



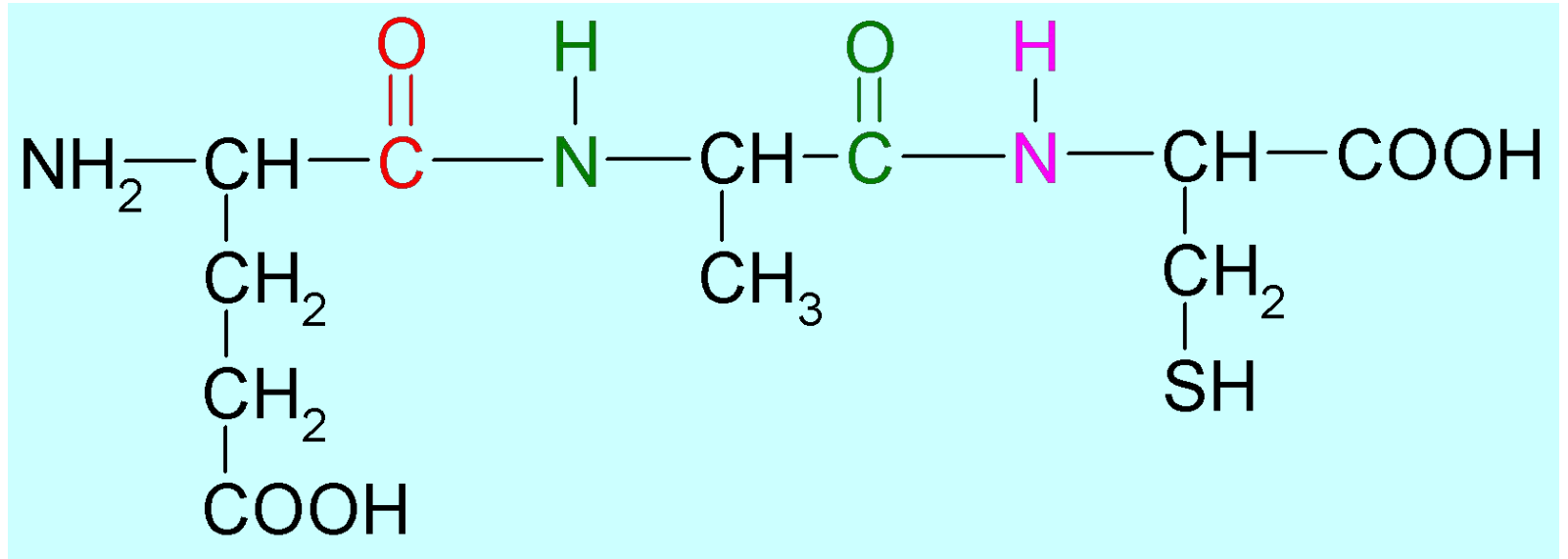
Трипептид

МЕТИНОВЫЙ МОСТИК



Глицил-лизил-тирозин

Трипептид:



Глутамил-аланил-цистеин

Изоэлектрическая точка белка (pI)

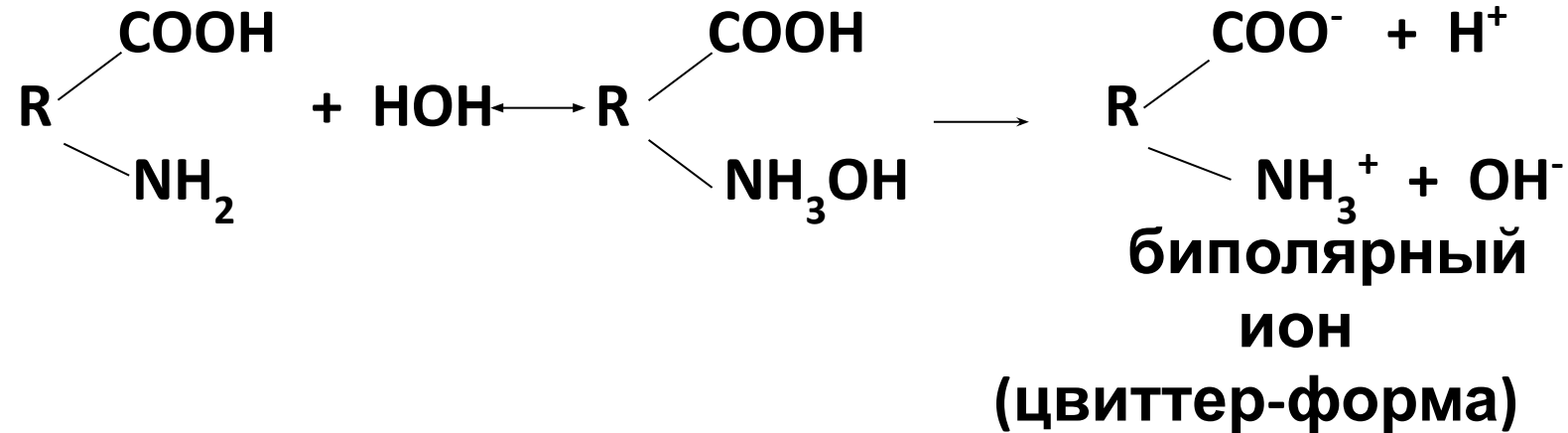
Молекула белка имеет электрический заряд.

В нейтральной среде заряд белковой молекулы определяется соотношением количества свободных групп $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{SH}$ и $-\text{NH}_2$ и степенью их диссоциации.

Изоэлектрическая точка белка (pI)

Схематично диссоциацию (с учетом гидратации)

можно представить в виде:



Изоэлектрическая точка белка

Чем больше $-COOH$, $-OH$, $-SH$ групп, тем выше отрицательный заряд, и белок будет проявлять свойства слабой кислоты.

Преобладание $-NH_2$ -групп сообщает белку основные свойства и положительный заряд.

В сильнокислой среде белок заряжается положительно, в сильнощелочной отрицательно.

Химические свойства пептидов и белков

1. Аминокислоты, пептиды и белки являются амфотерными соединениями, содержащими и кислотные группы ($-\text{COOH}$) и основные группы ($-\text{NH}_2$).

II. По месту пептидных связей молекулы белков гидролизуются:

а) *in vivo* с участием ферментов - пептидаз. Среди пептидаз выделяют:

- эндопептидазы, расщепляющие связи внутри макромолекулы;
- экзопептидазы, отщепляющие N- или C- концевую α -аминокислоту.

В организме белки расщепляются полностью, т.к. для жизнедеятельности необходимы только свободные α -аминокислоты.

б) Гидролиз in vitro происходит в сильнокислой или сильнощелочной среде и используется для расшифровки состава белков. В настоящее время расшифрован состав 1500 белков, в том числе ферментов и гормонов.

Цветные реакции

Биуретовая реакция

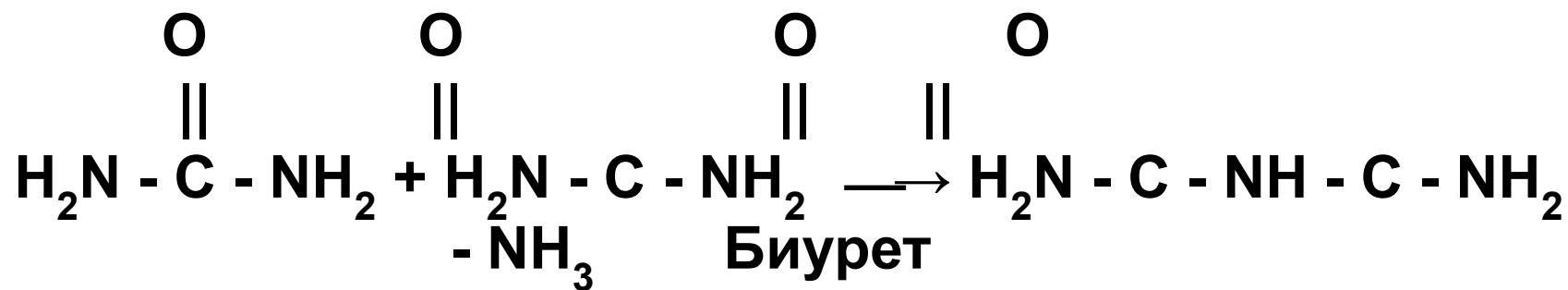
В реакцию вступают все пептиды и белки, содержащие не менее двух пептидных связей. Реактив - свежеприготовленный раствор гидроксида меди (II). Наблюдается характерное фиолетовое окрашивание. Пептиды и белки реагируют аналогично биурету.



Химические свойства пептидов и белков

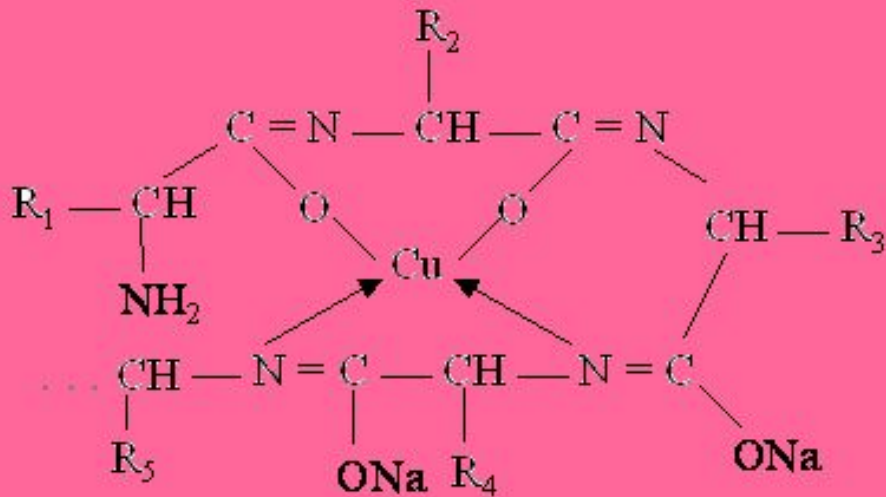
Биуретовая реакция

Биурет образуется из мочевины при медленном нагревании до температуры 150 - 160° С.



Биуретовая реакция

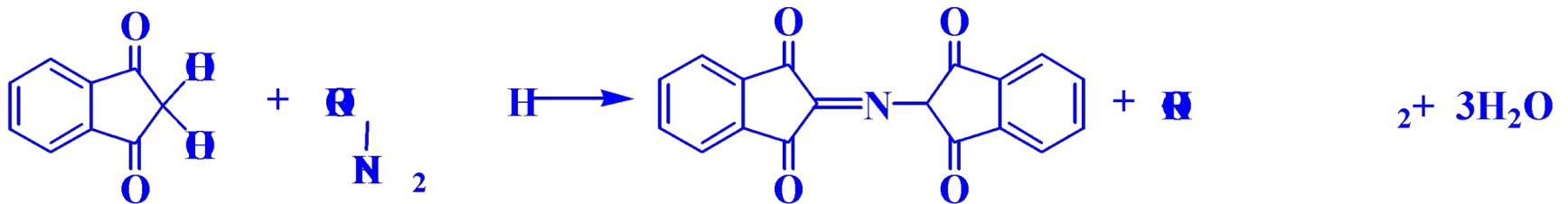
При взаимодействии пептидов в щелочных растворах с ионами меди (II) образуется хелатный комплекс



Биуретовый медный комплекс
фиолетового цвета

Нингидринная реакция на α - аминокислоты

Реактив - нингидрин. Продукт реакции имеет сине-фиолетовый цвет.

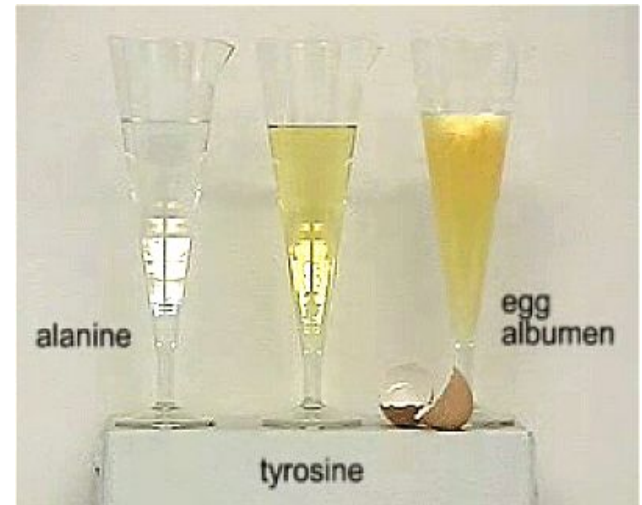
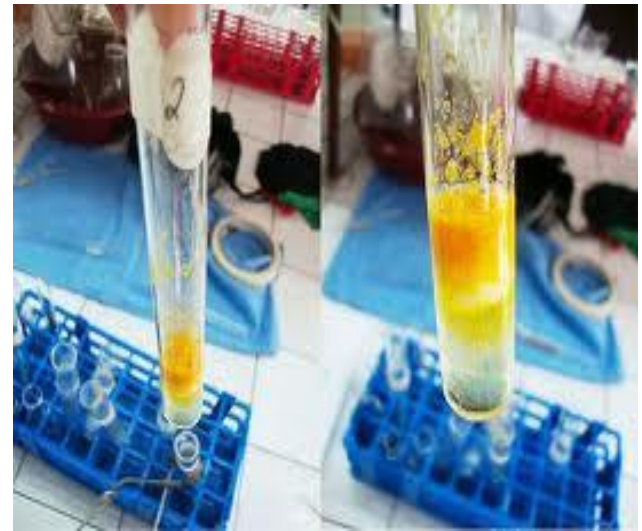


Ксантопротеиновая реакция

Определяет присутствие в белке ароматических и гетероциклических

α - аминокислот:

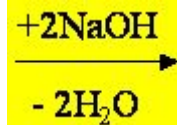
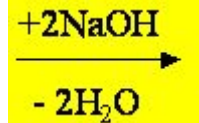
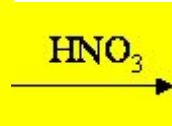
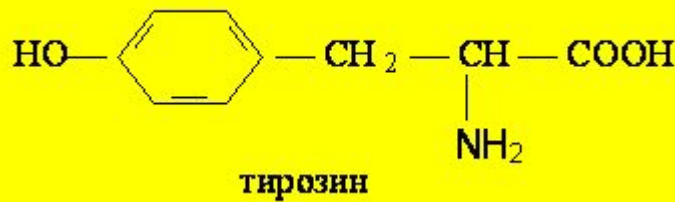
- **триптофана,**
- **фенилаланина,**
- **тирозина,**
- **гистидина.**



Химические свойства пептидов и белков

Ксантопротеиновая реакция

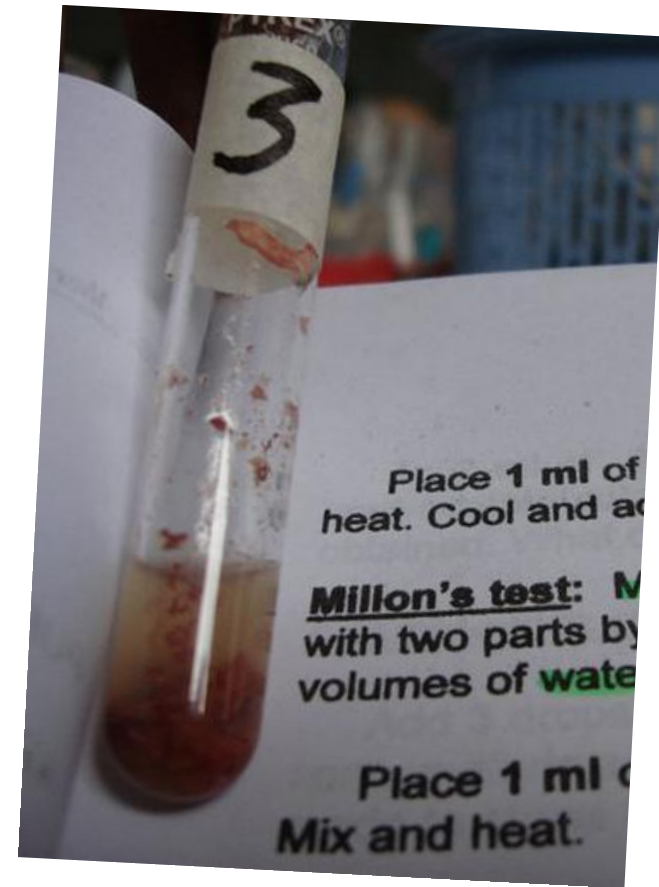
Реактив: конц. HNO_3



Образуется нитросоединение, окрашенное в желтый цвет. При добавлении к нему щёлочи окраска становится оранжевой.

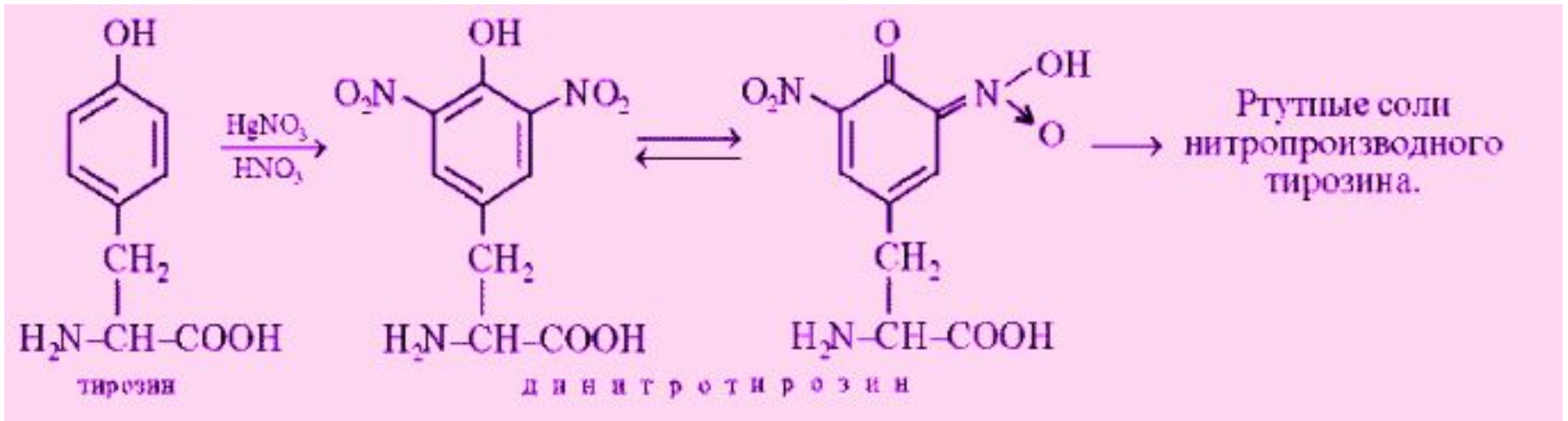
Реакция Миллона на тирозин

Реактив Миллона: раствор HgNO_3 и $\text{Hg}(\text{NO}_2)_2$ в разбавленной HNO_3 , содержащей примесь HNO_2 .



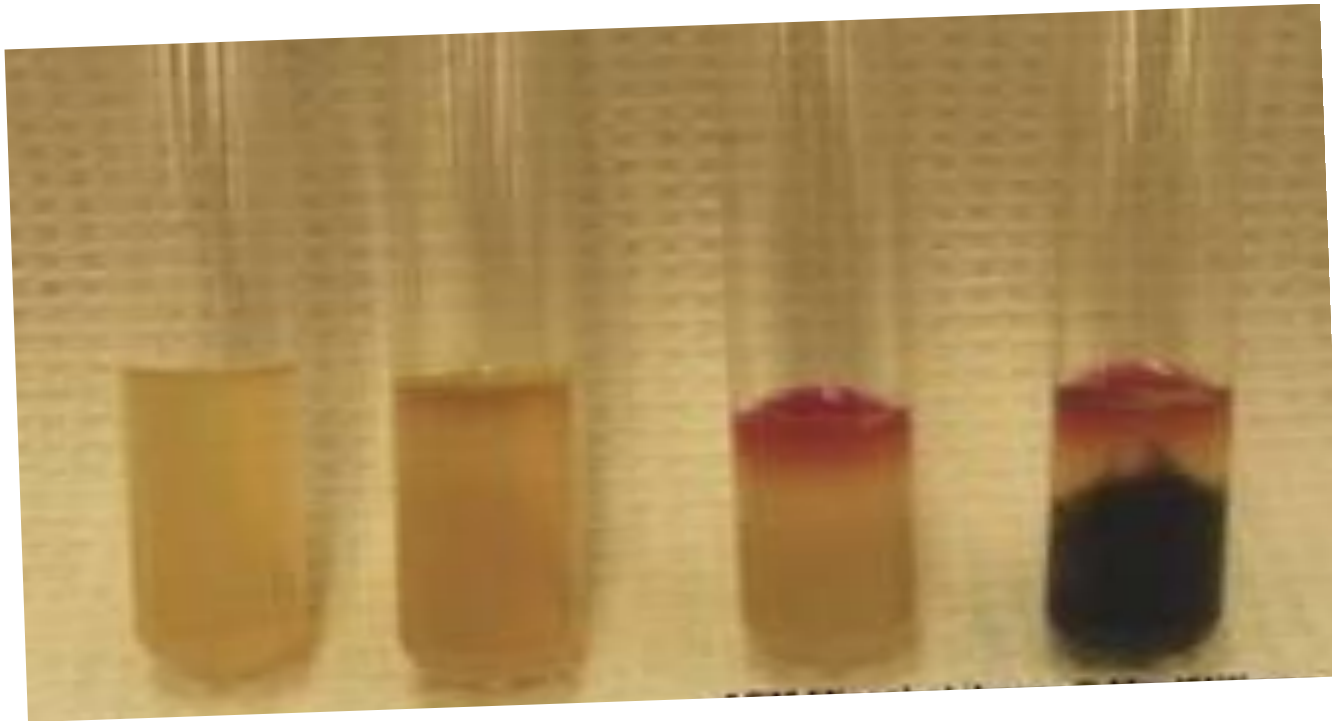
Реакция Миллона

Реактив Миллона взаимодействует с тирозином с образованием ртутной соли нитропроизводного тирозина, окрашенной в розовато-красный цвет:



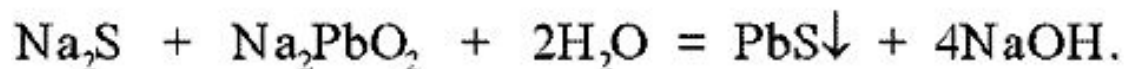
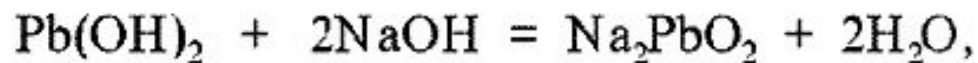
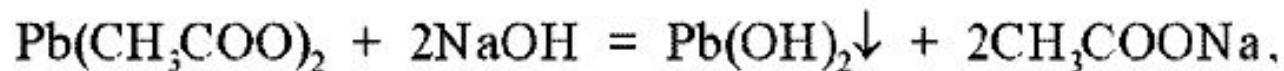
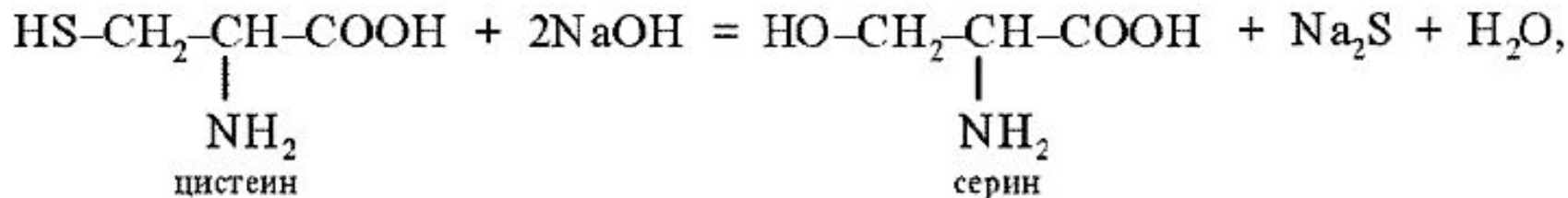
Реакция Фоля

Это реакция на цистеин и цистин.

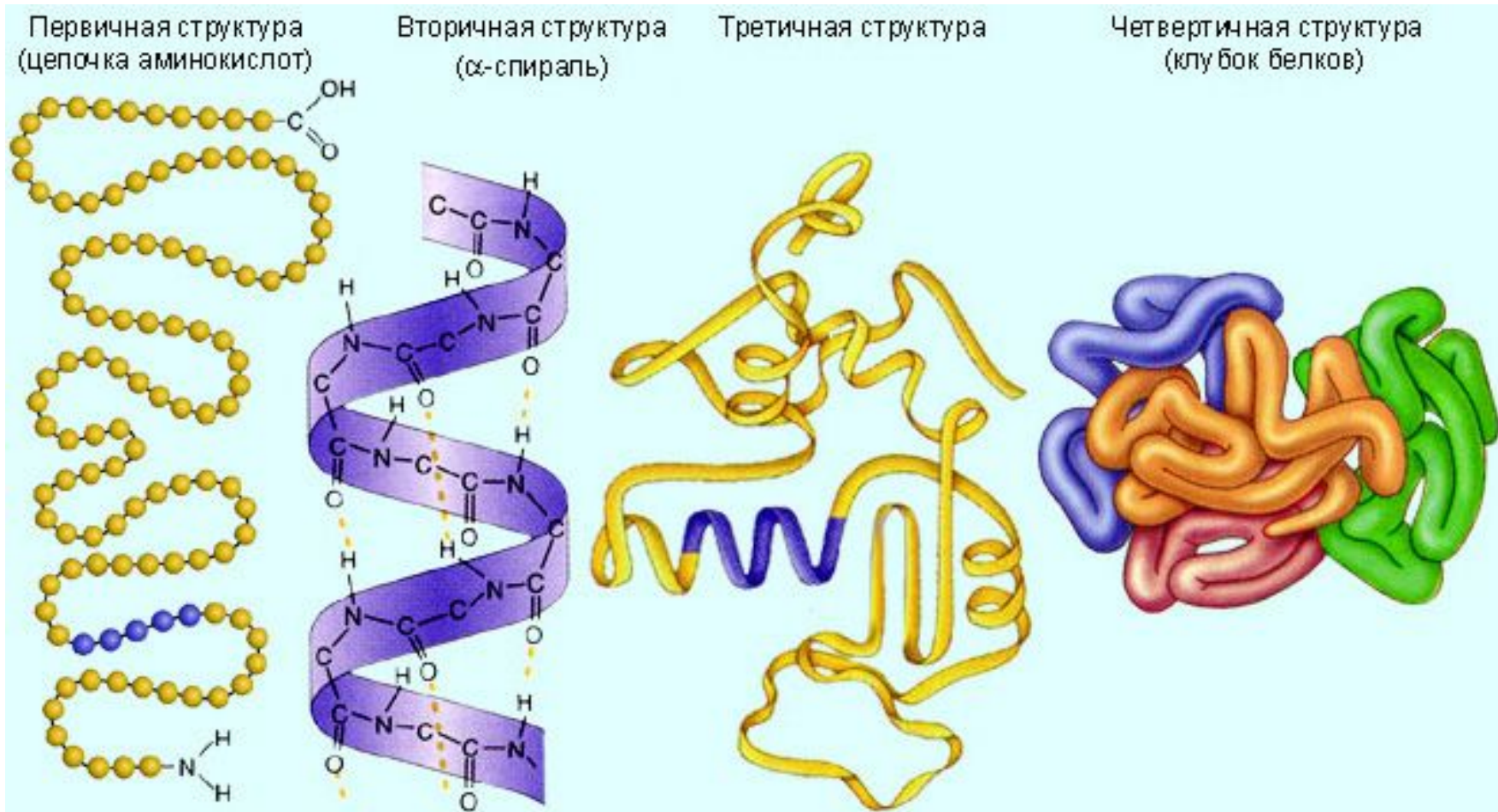


Реакция Фоля

При щелочном гидролизе цистеина или цистина образуется сероводород, который, реагируя со щелочью, дает сульфиды натрия или калия. При добавлении ацетата свинца (II) образуется осадок сульфида свинца(II) серо-черного цвета.



Уровни структурной организации белка



Первичная структура

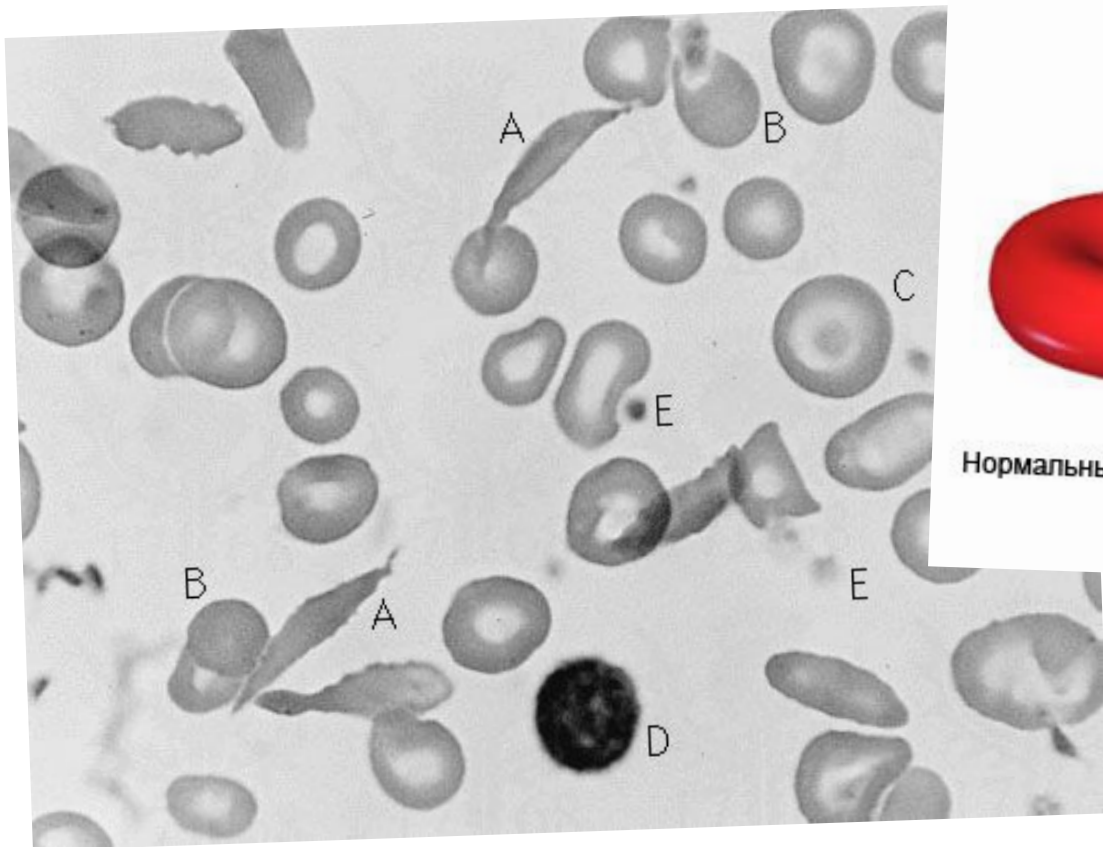
Первичная структура – последовательность аминокислотных остатков в молекуле белка или пептида:

NH_2 -Tyr-Pro-Lys-Gly-Phe-Tyr-Lys-COOH.

Первичная структура определяет уровни структурной организации белка.

Первичная структура

Замена Глу в шестом положении β -цепи гемоглобина на Вал приводит к серповидно-клеточной анемии (sickle cell anemia).



Нормальный эритроцит



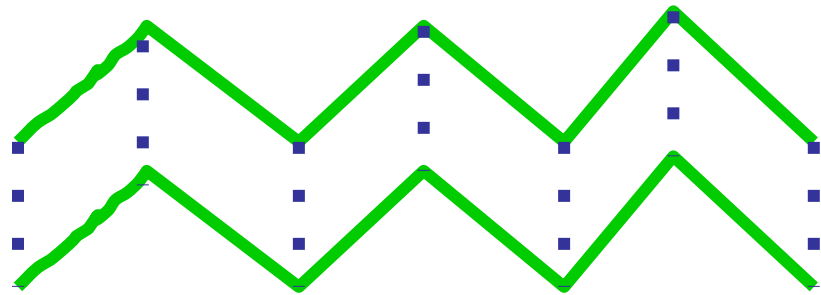
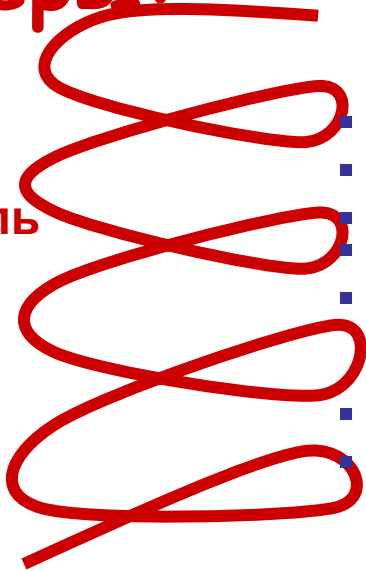
Серповидный эритроцит

Вторичная структура

Вторичная структура - локальные высокоупорядоченные конформации белковой цепи - спирали и складчатые слои.

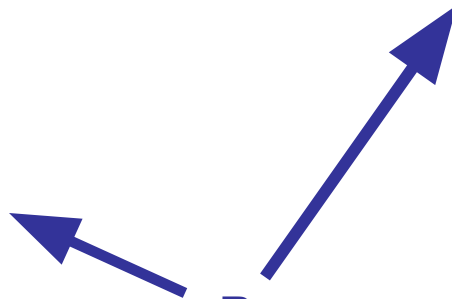
Примеры:

Альфа-спираль



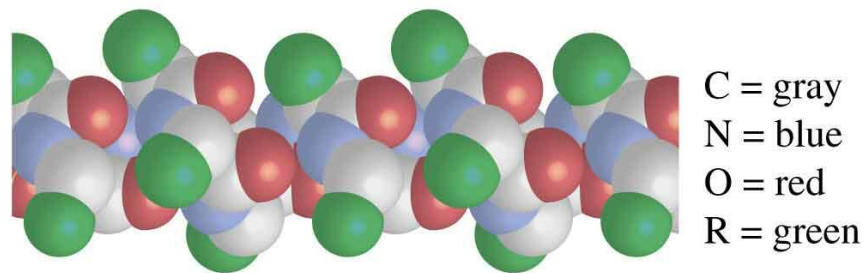
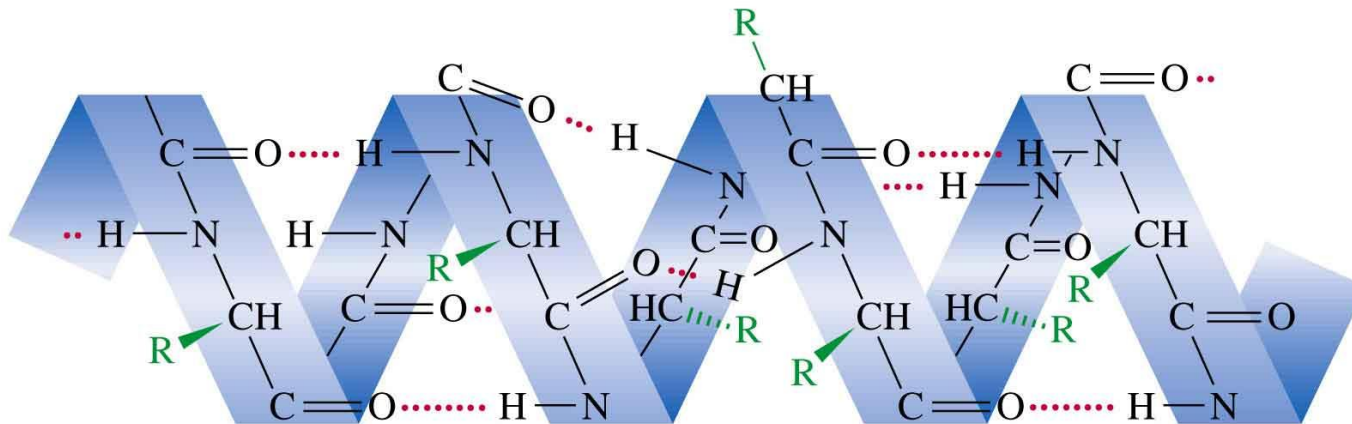
Бета-складчатый лист

Водородные связи



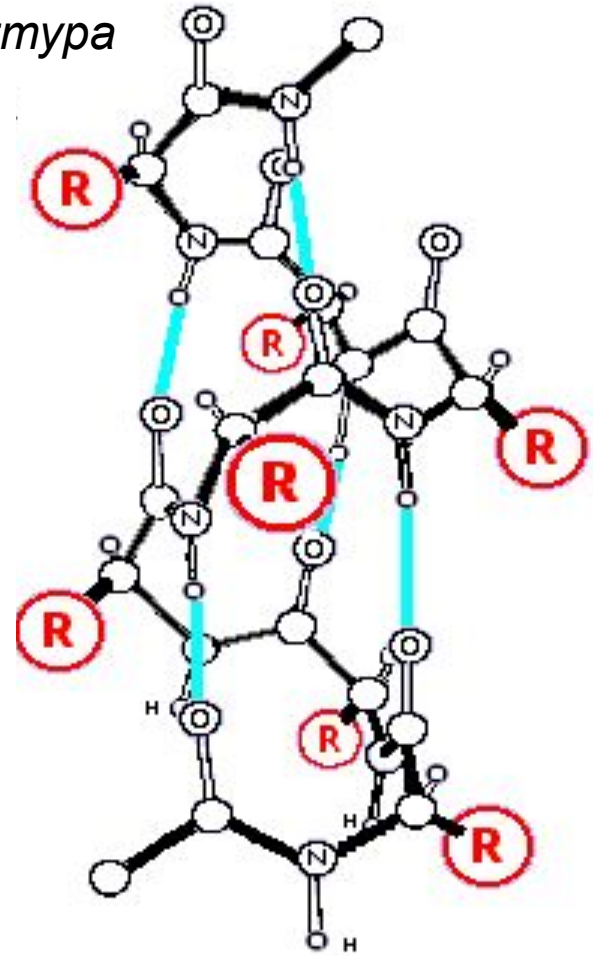
Вторичная структура

Правые α -спирали в полипептидной цепи стабилизируются водородными связями.

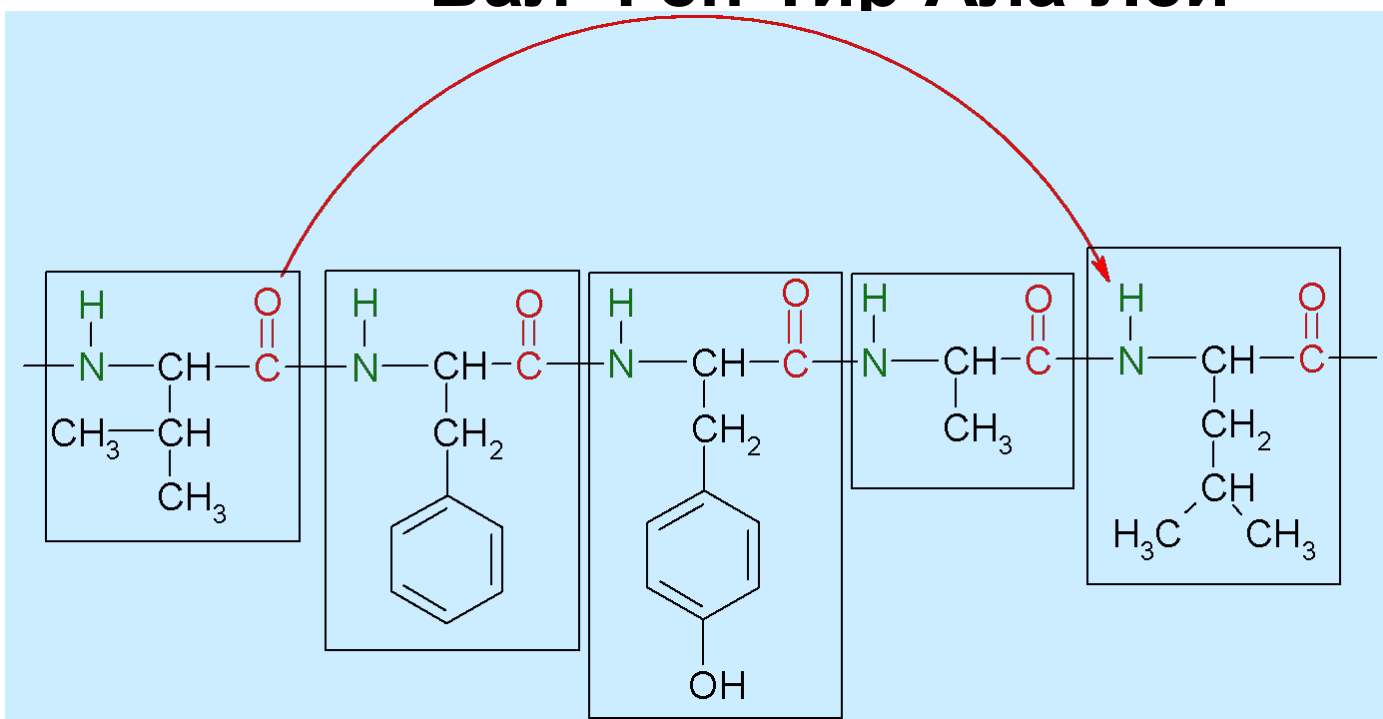


Вторичная структура

Вторичная структура также стабилизируется дисульфидными мостиками по месту цистеиновых остатков.



Водородные связи в α -спиралях -Вал-Фен-Тир-Ала-Лей-

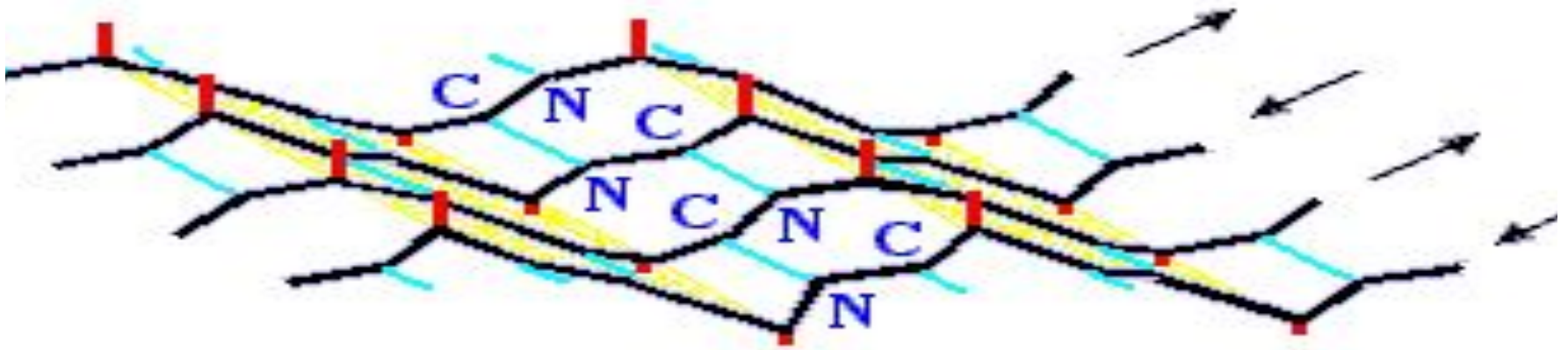


Остатки АК: Первый Второй Третий Четвёртый

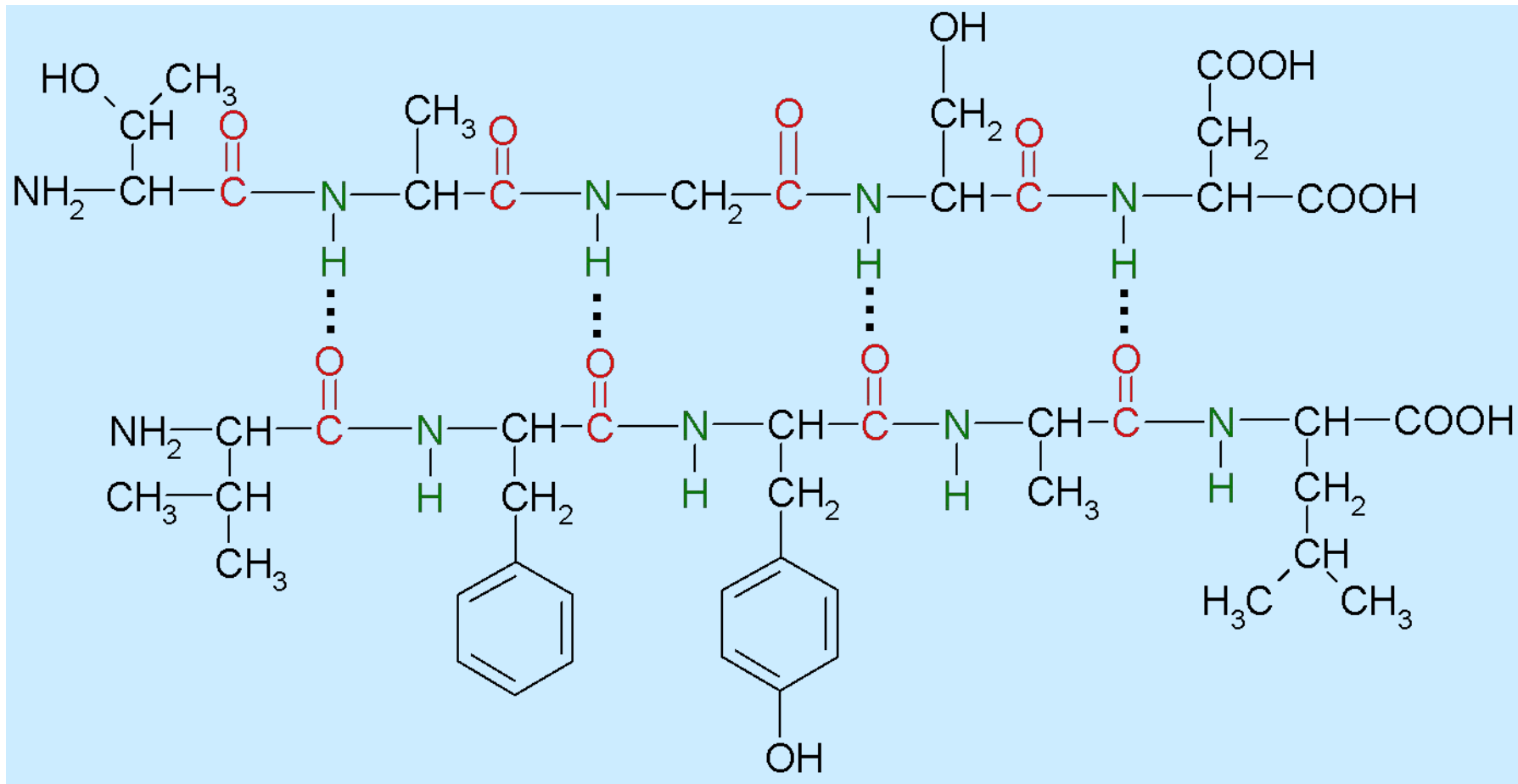
α -спираль – 4_{13} спираль: остаток α -аминокислоты образует водородную связь с четвёртым по цепи остатком α -аминокислоты; в образующемся цикле 13 атомов.

Структура β -складчатых слоев

β -Структура образуется из нескольких полипептидных цепей связанных водородными связями.

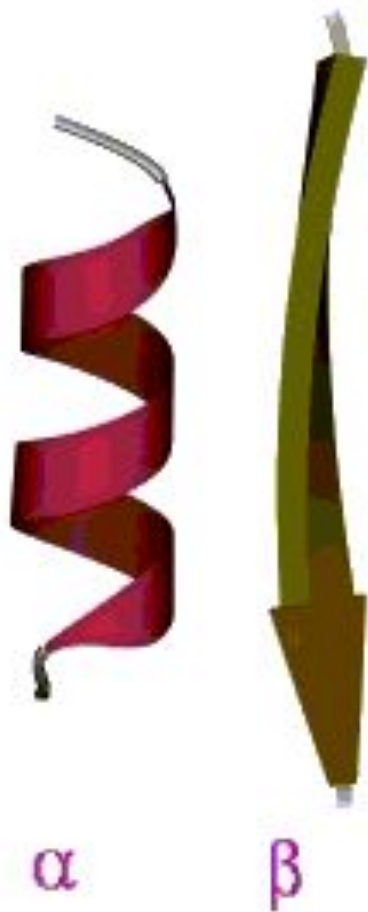


Структура β -складчатых слоев
Водородные связи



Тре-Ала-Гли-Сер-Асп
Вал-Фен-Тир-Ала-Лей

Обозначение вторичной структуры

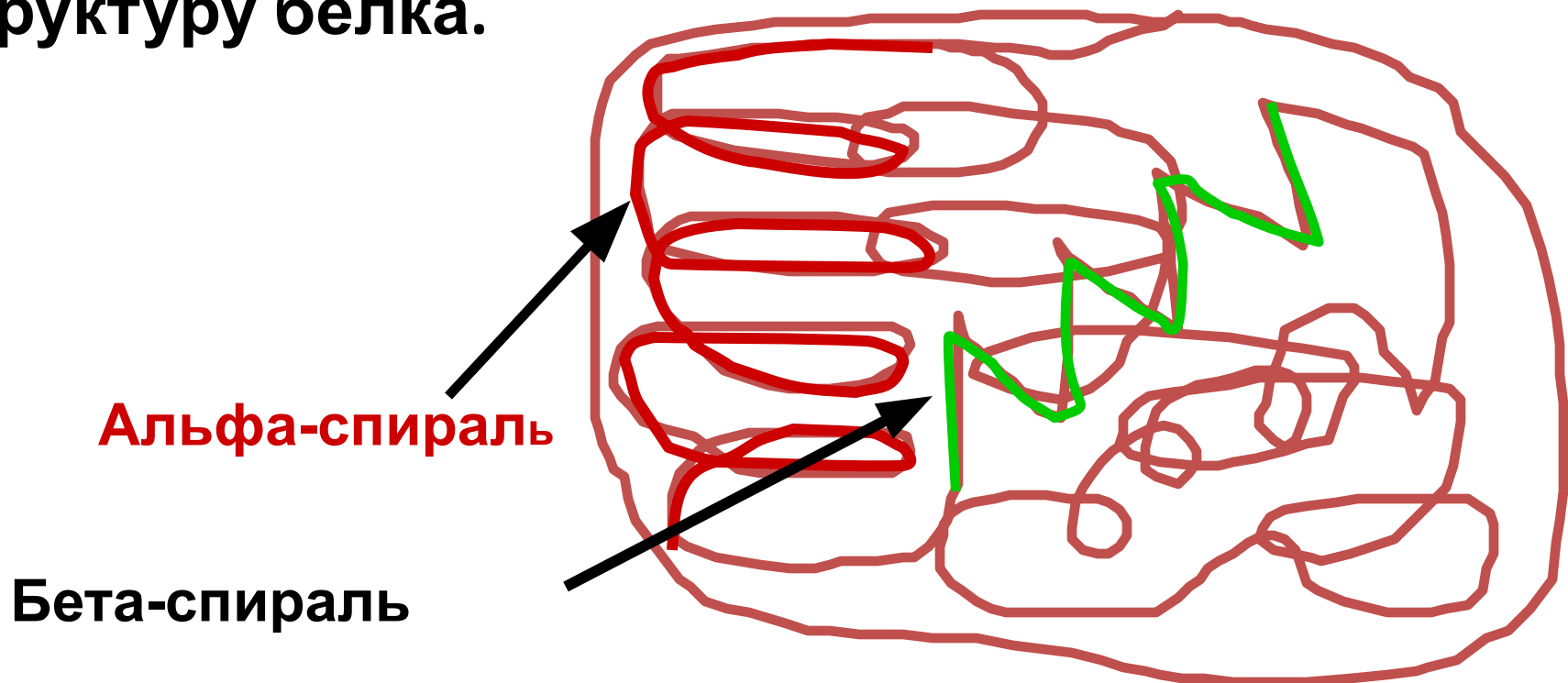


Укладка α -спиралей и β -структуры с образованием глобулы

Третичная структура

Третичная структура - форма белковой молекулы; трёхмерная структура белка.

Укладка нерегулярных областей и α и β -структур в глобулу определяет третичную структуру белка.

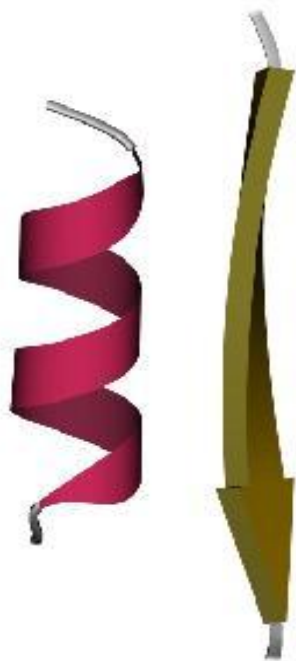


Третичная структура

α -Аминокислоты в белковой глобуле взаимодействуют за счёт:

- **Ковалентных связей**
(дисульфидные –S–S– связи в цистине)
- **Ионных связей**
(Глу- COO^- H_3N^+ -Лиз)
- **Водородных связей**
(Глу- $\text{COO}^- \dots \text{HO}$ -Тир)
- **Гидрофобных взаимодействий**
(Вал, Лей, Иле, Фен)

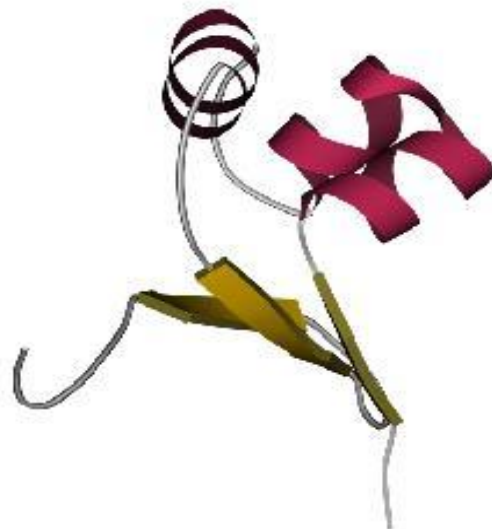
Primary ...- *Gly-Val-Tyr-Gln-Ser-Ala-Ile-Asn-...*



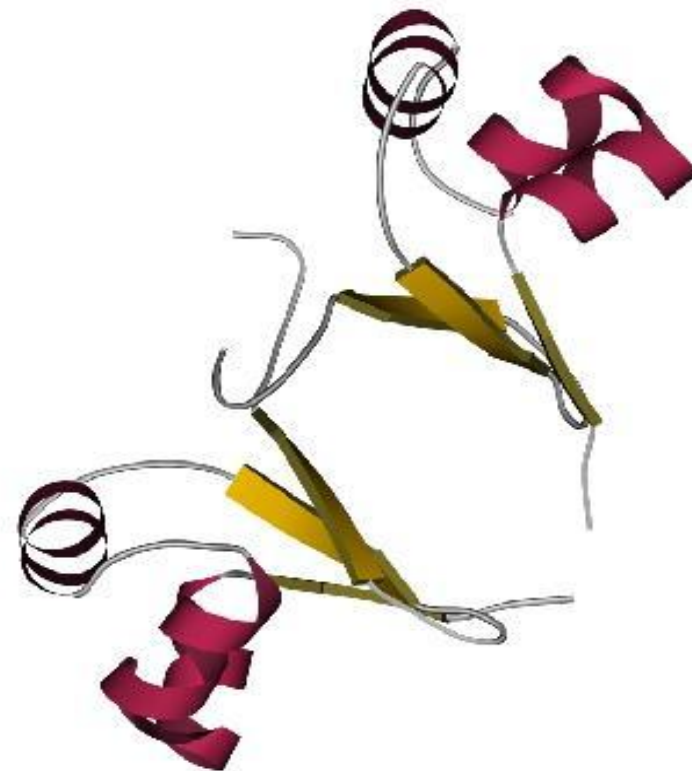
α

β

Secondary

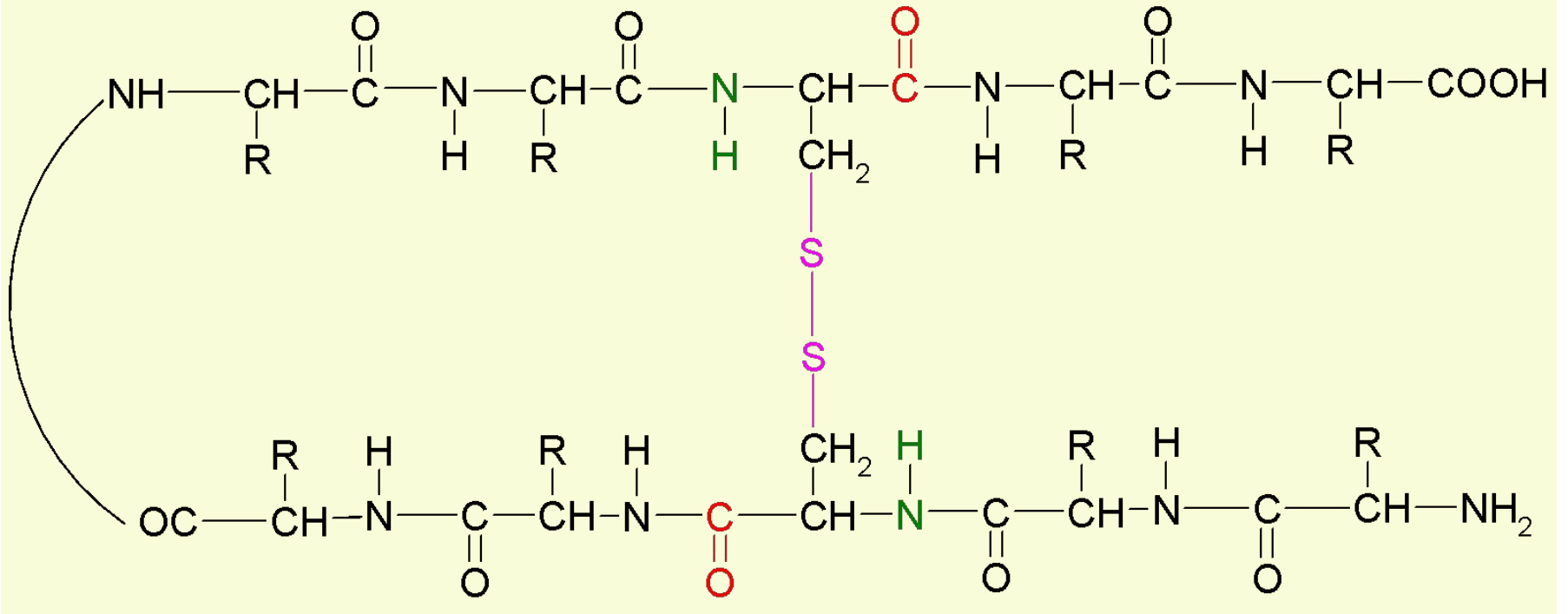


Tertiary

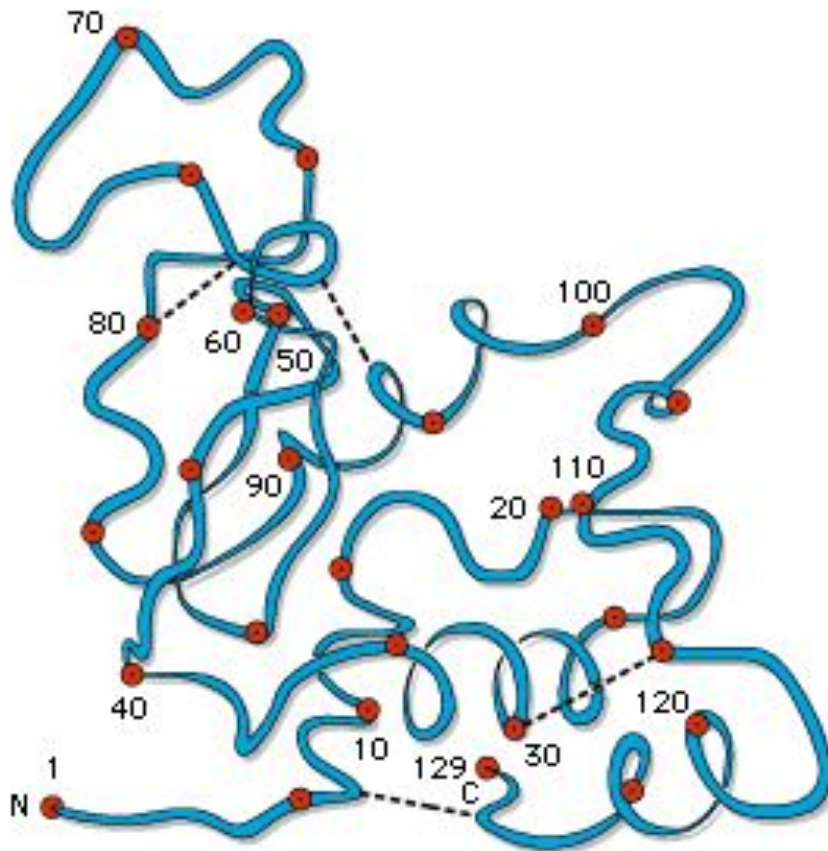


Quaternary

Дисульфидные связи в цистине



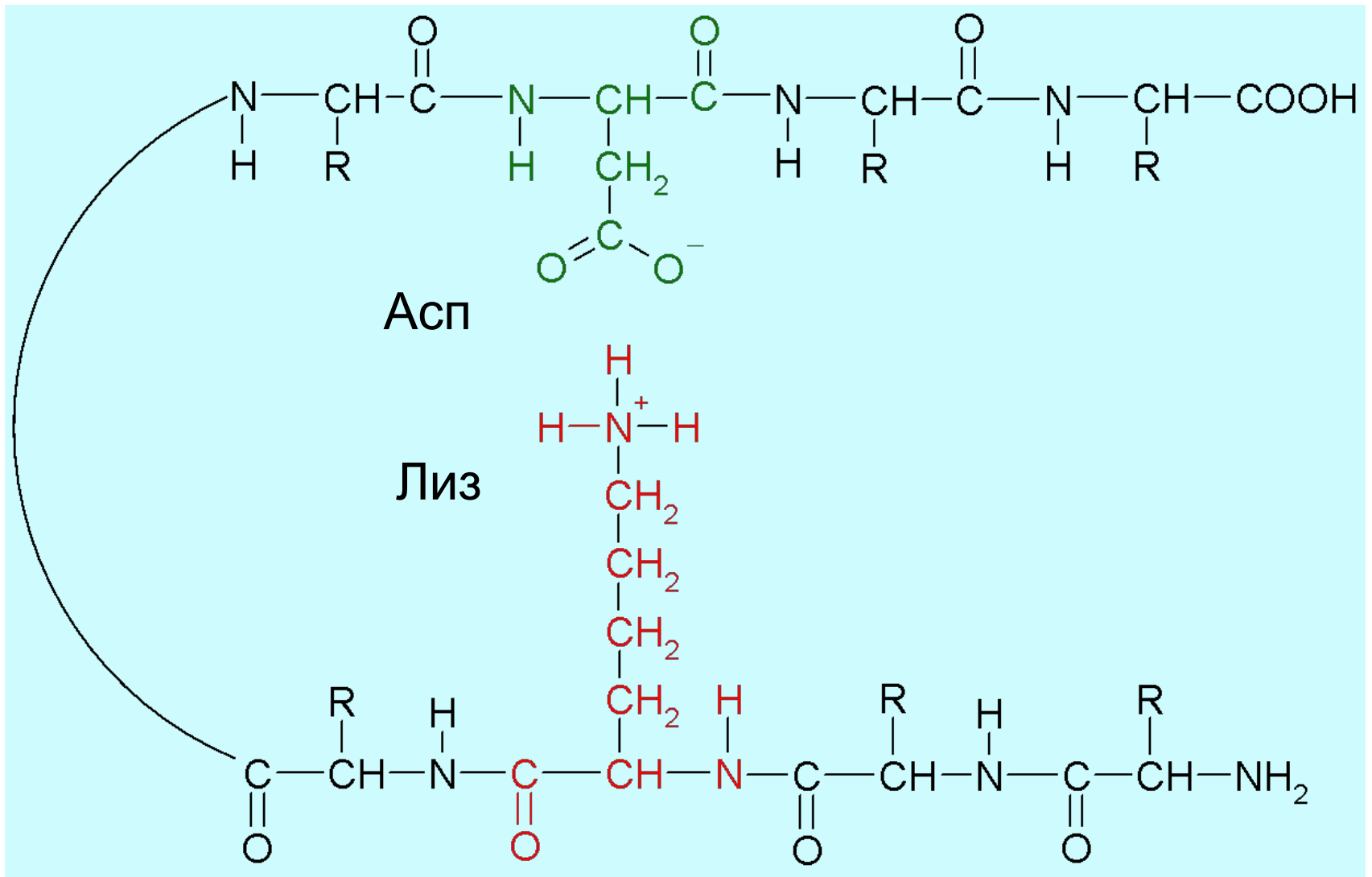
Дисульфидные связи



Структура лизоцима.

Дисульфидные связи
показаны пунктиром

Ионные связи



Третичная структура

По третичной структуре белки делят на:

глобулярные - для них характерна α -спиральная структура (яичный белок, ферменты, глобин в составе гемоглобина);

фибриллярные - для них характерна β -структура (белки мышечной ткани - миоинозин, бетта-кератин волос).

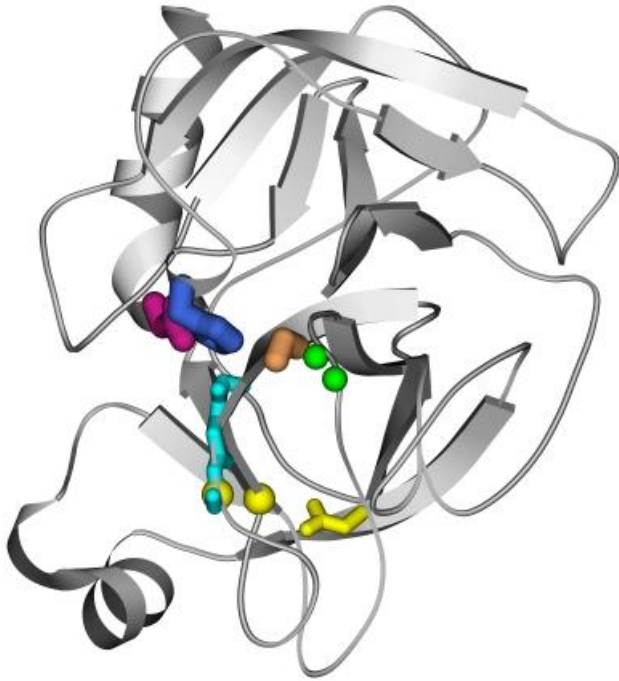
Глобулярные белки выполняют функции, требующие подвижности и, следовательно, растворимости.

Они участвуют в регуляции жизненных процессов: гемоглобин переносит кислород из лёгких в ткани, ферменты катализируют многочисленные химические реакции, протекающие в организме, антитела обеспечивают защиту от чужеродных организмов и т.д.

Фибриллярные белки нерастворимы, склонны к образованию волокон и потому служат основным строительным материалом животных клеток.

К числу фибриллярных белков относятся кератин (в коже, волосах, рогах, ногтях, перьях), коллаген (в сухожилиях), миозин (в мышцах).

Третичная структура

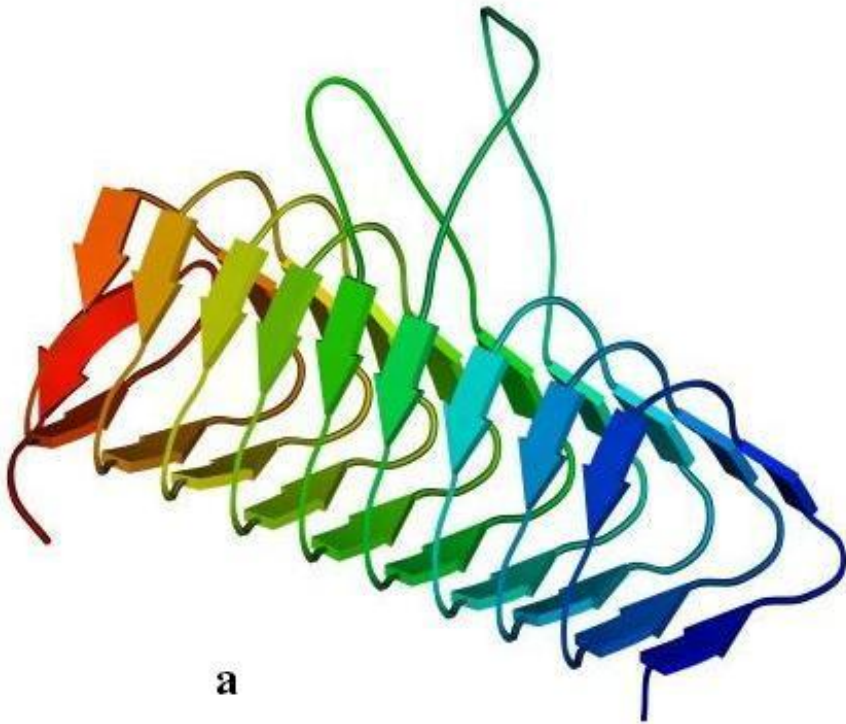


Сериновая протеиназа - трипсин

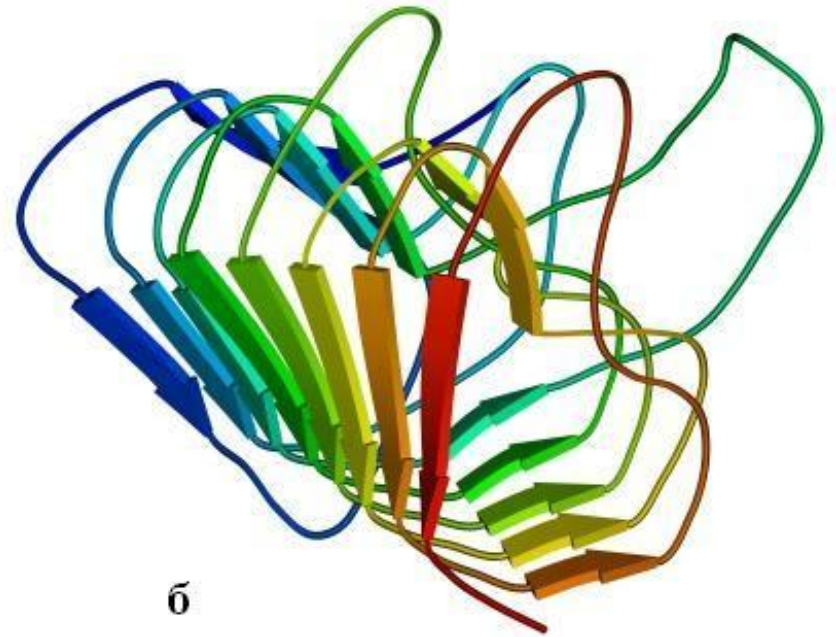


Родопсин

Третичная структура

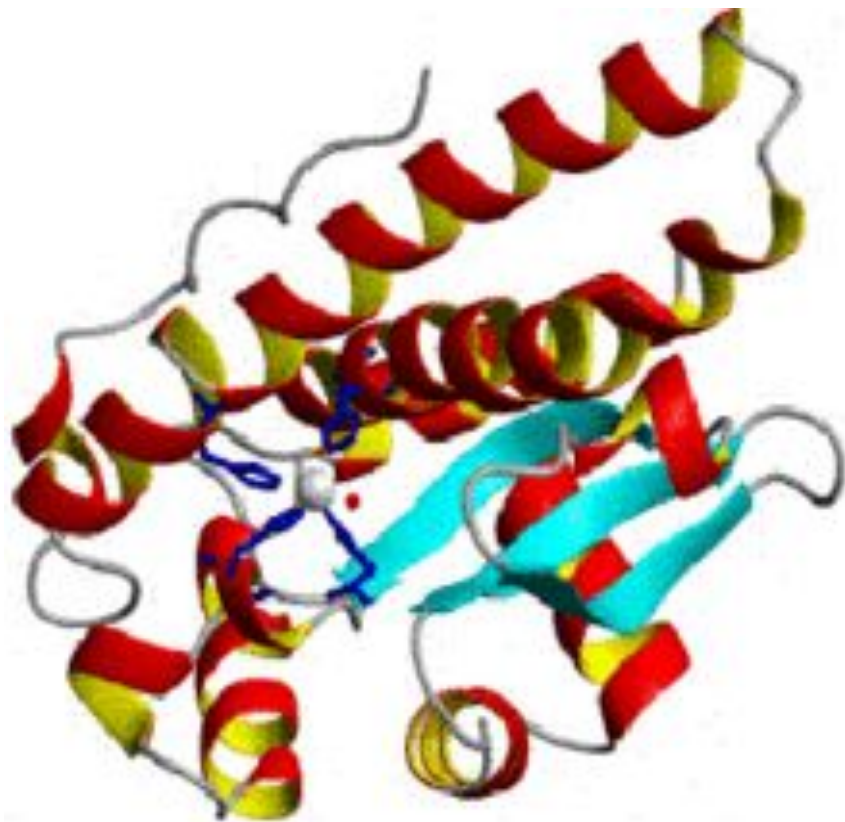


Ацилтрансфераза (КФ 2.3)

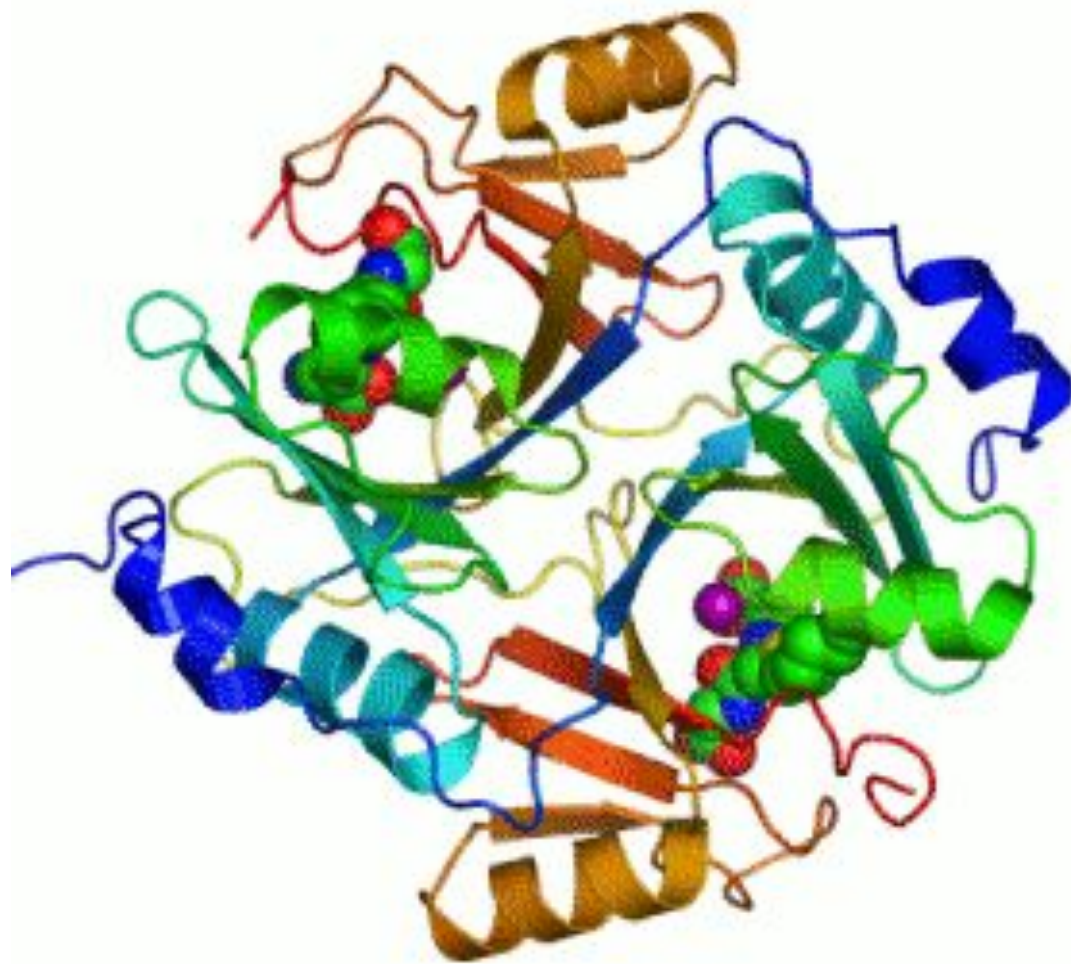


Пиктатлиаза С

Третичная структура



**Митохондриальная
супероксиддисмутаза (КФ 1.15.1.1)**

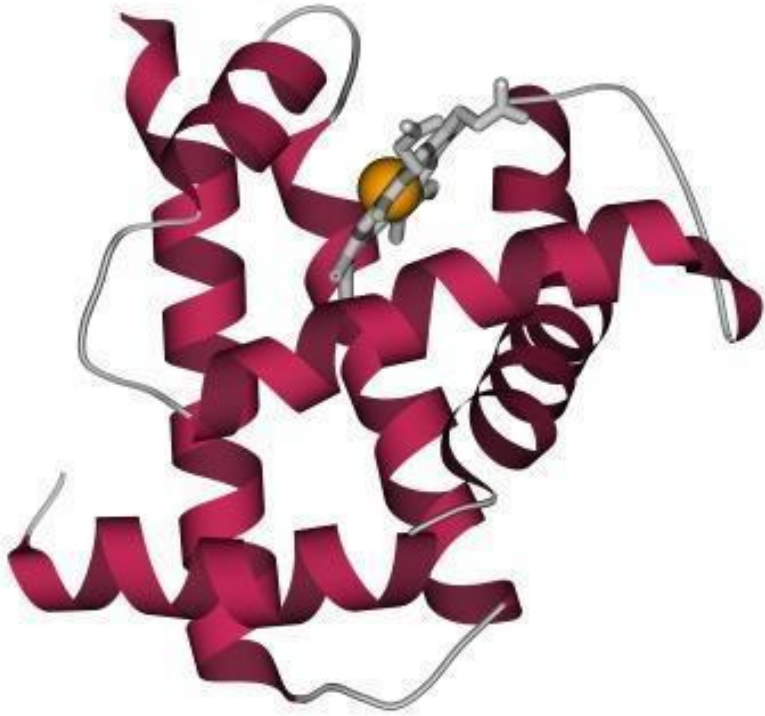


Глиоксилаза I (КФ 4.4.1.5)

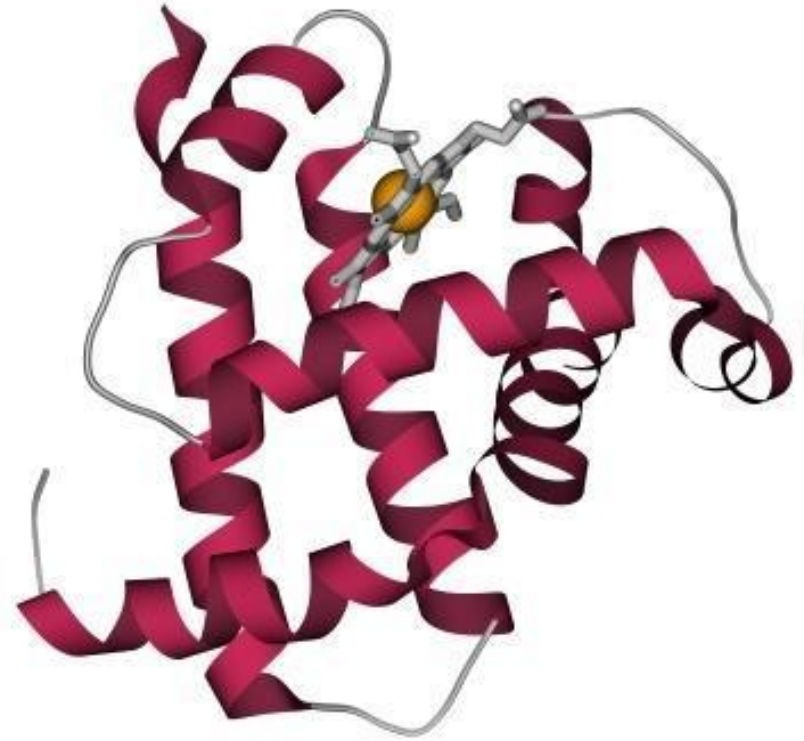


Цитохром С

Третичная структура



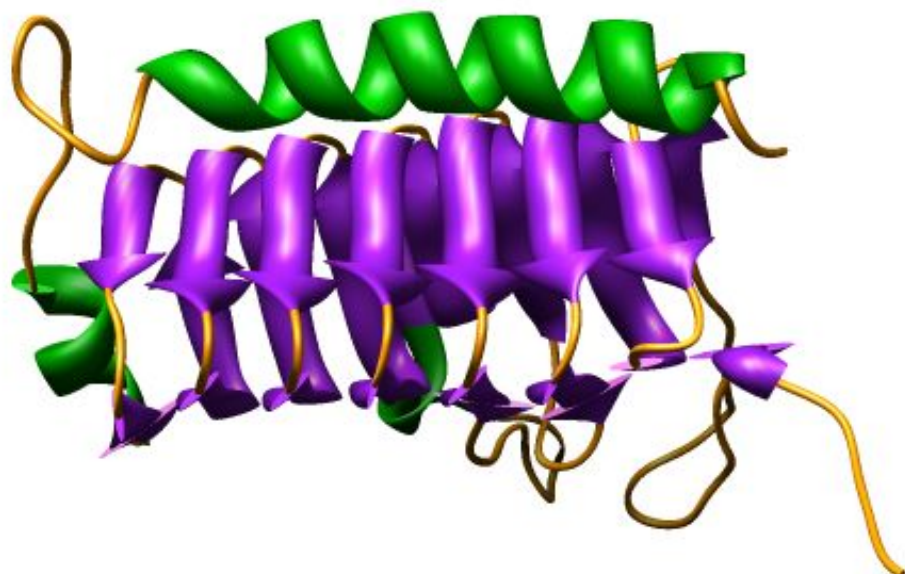
α



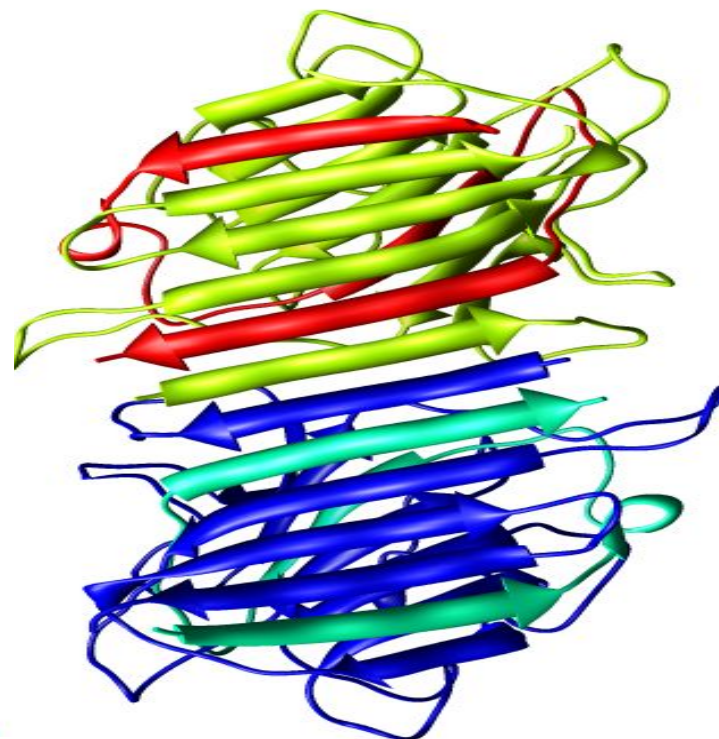
β

α - и β -цепи гемоглобина лошади

Третичная структура



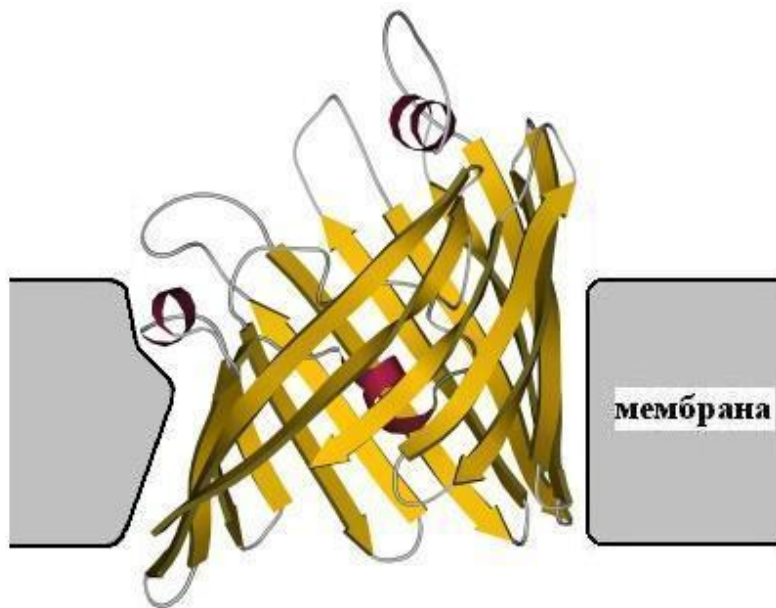
**Параллельные β -слои
карбоангидразы**



**Антипараллельные β -слои
лектина**

Третичная структура

а

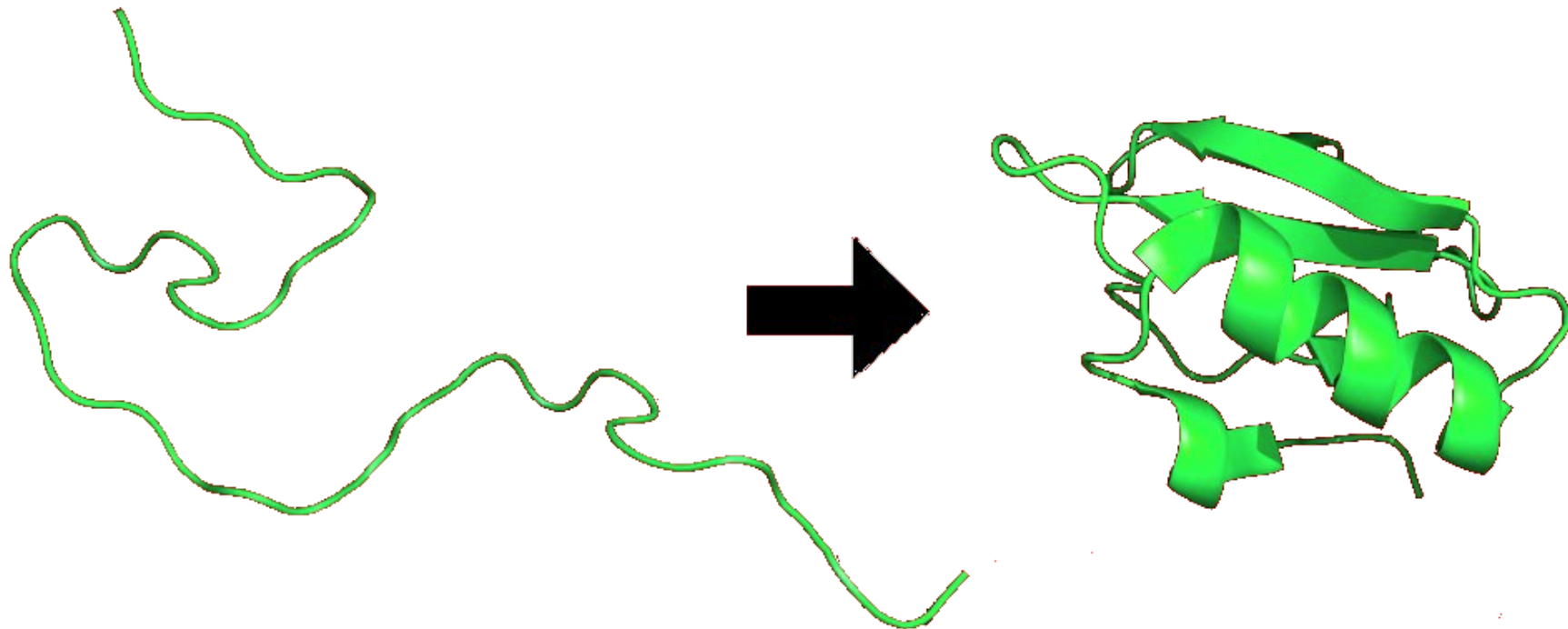


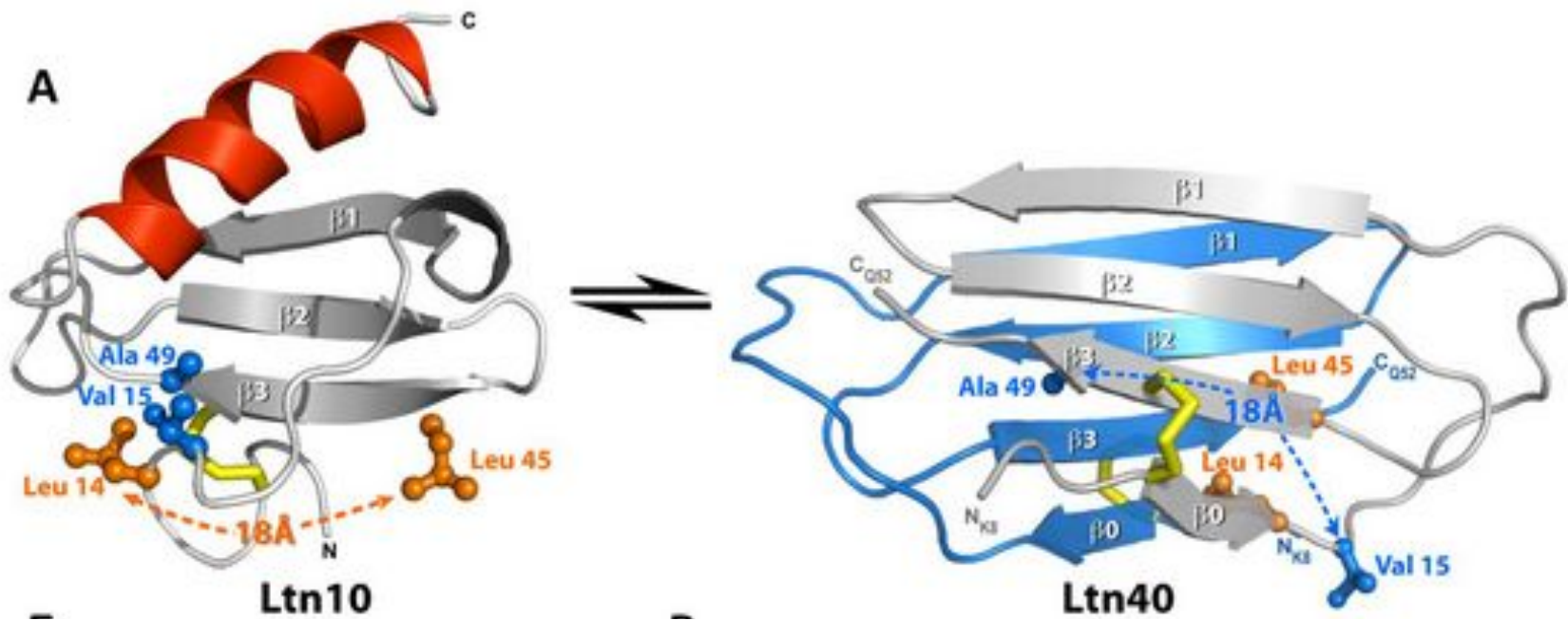
б



Порин

Фолдинг – сворачивание белковой цепи с образованием нативной структуры.

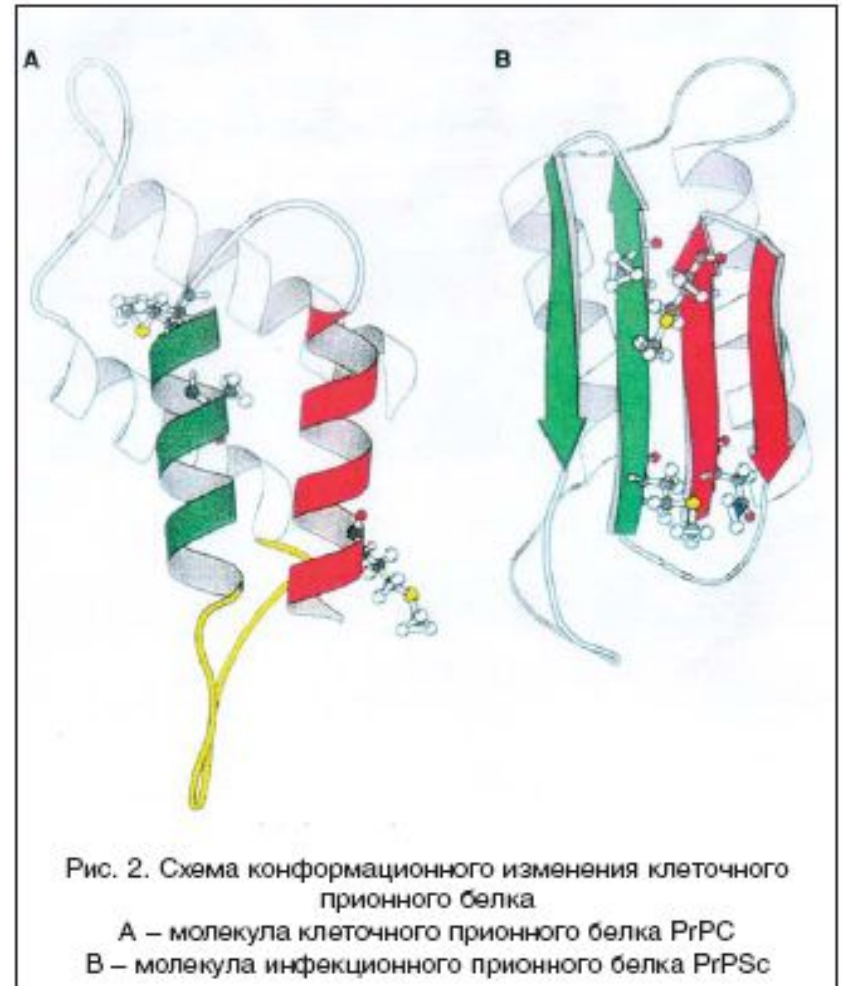




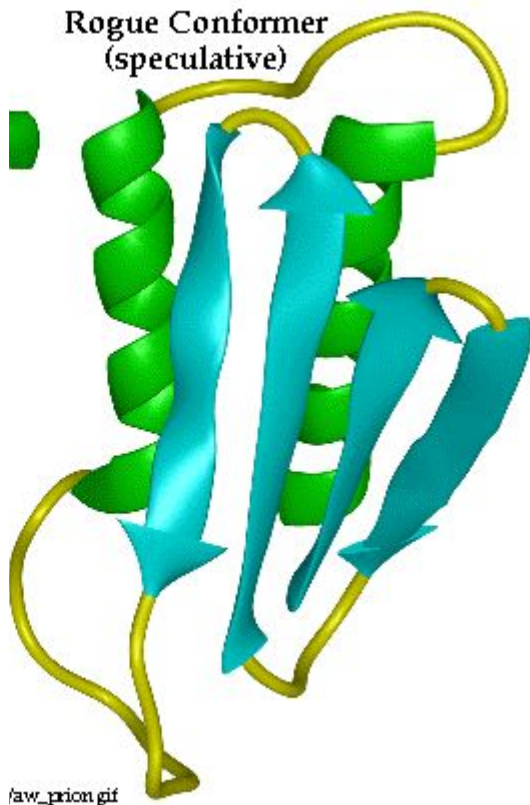
Две нативные конформации
лимфотактина

Белок PrP^C

Этот белок может существовать в двух конформациях – “здоровой” PrP^C, которую можно обнаружить в здоровых клетках и “патологической” – PrP^{Sc}, которая является прионом. Для PrP^C формы характерно преобладание α -спиралей, а для PrP^{Sc} – наличие β -складчатых слоёв.



Губчатые энцефалопатии (прионные болезни)



Пространственная структура приона – аномального инфекционного белка.

- Болезнь Крейтцфельда-Якоба
- Новый вариант Крейтцфельда-Якоба – коровье бешенство
- Болезнь Герстманна-Штройслера
- Летальная семейная инсомния,
- куру

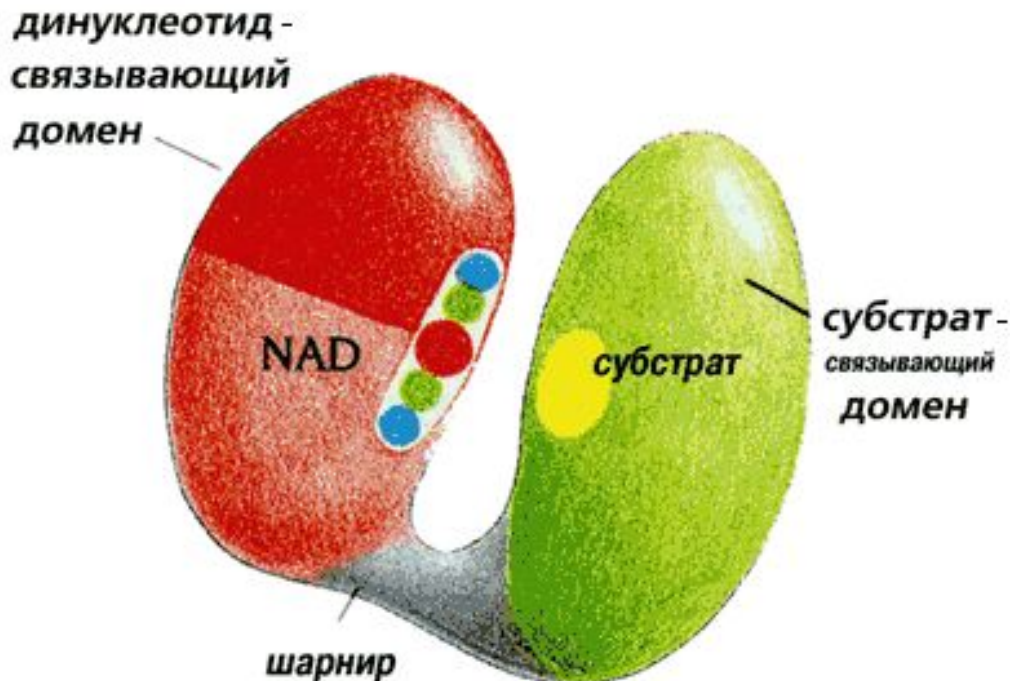


Абориген с Южных гор Папуа-Новая Гвинея.

Домены

Домены – глобулярные области в пределах одной белковой молекулы.

Домены соединены шарнирным участком.



**Доменная структура
NAD⁺-зависимой дегидрогеназы**

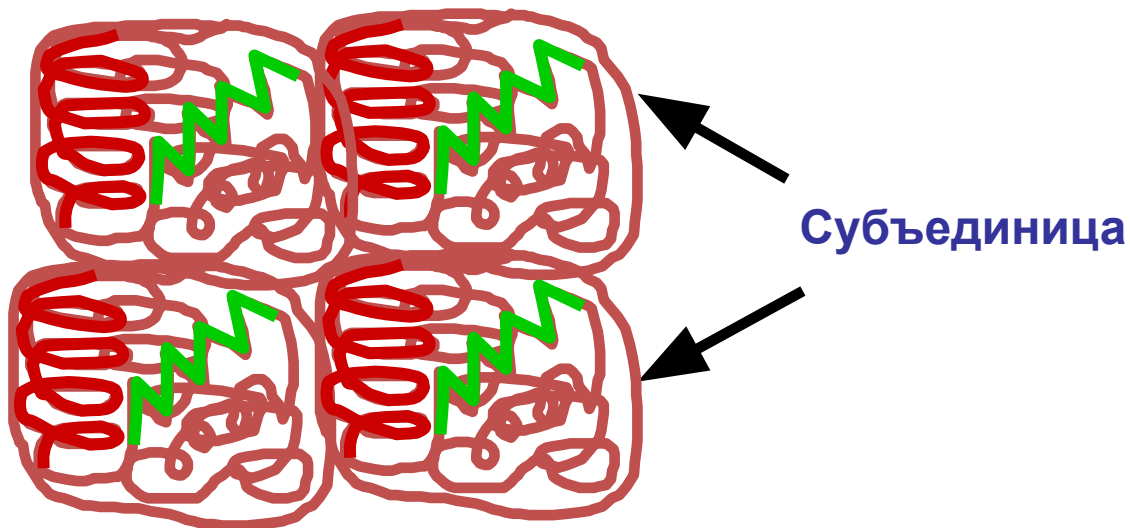
Четвертичная структура

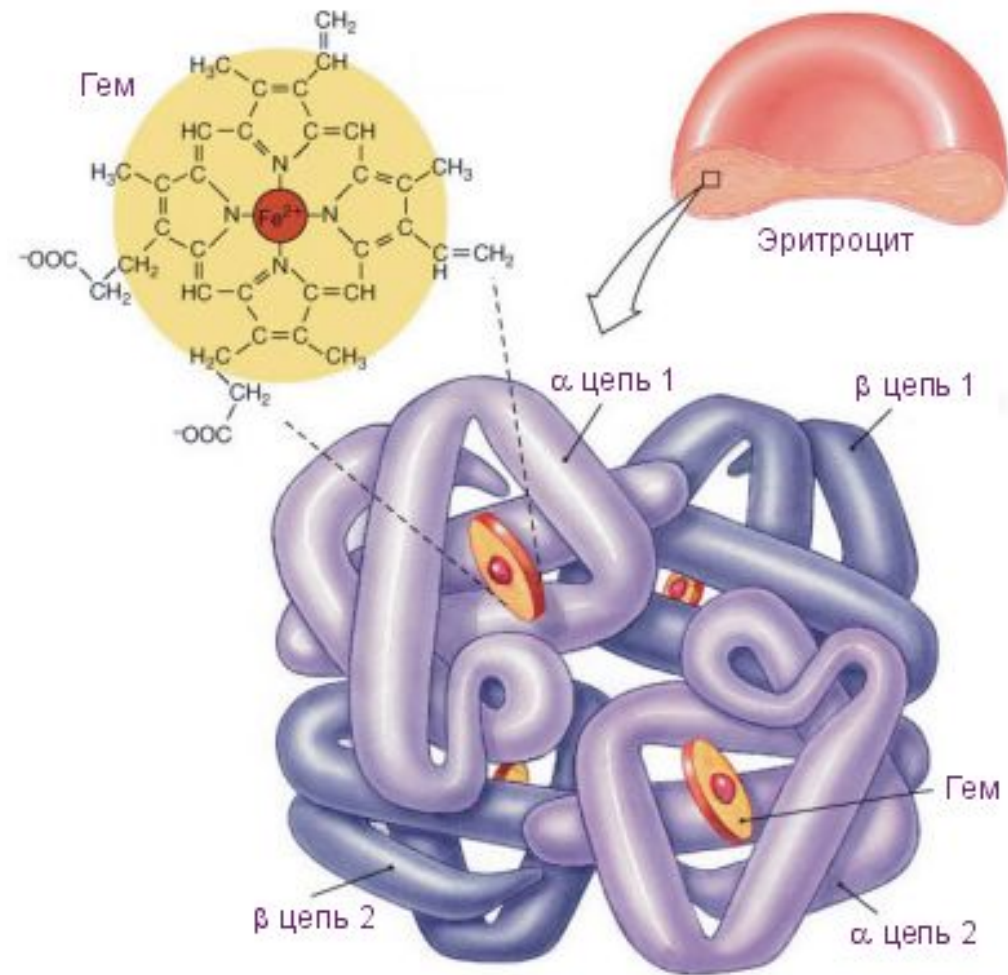
Четвертичная структура - агрегат нескольких белковых молекул, образующих одну структуру.

Взаимодействия: ионные, водородные, гидрофобные, ковалентные (дисульфидные).

Протомер - отдельная полипептидная цепь

Субъединица - функциональная единица.

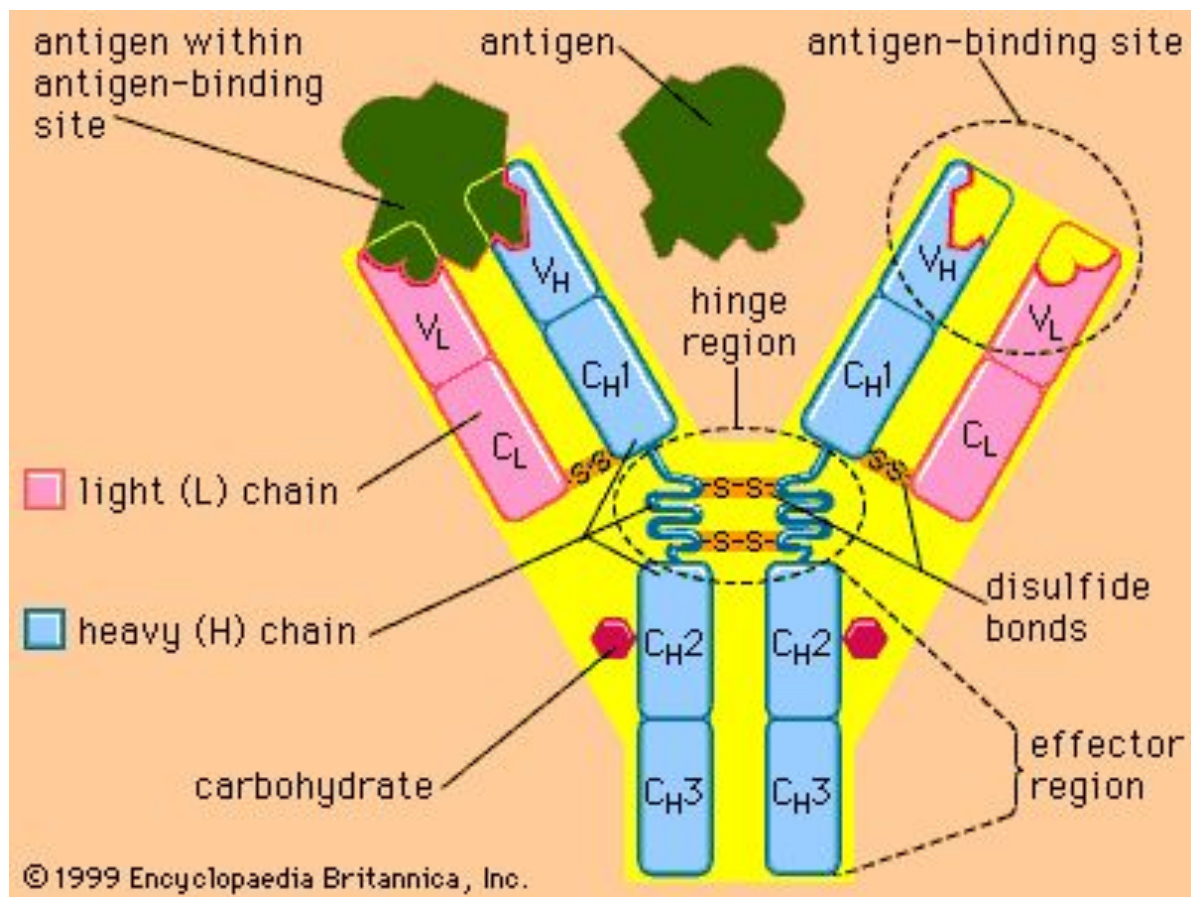




Молекула гемоглобина

Молекула гемоглобина состоит из 4-х субъединиц, каждая из которых включает в себя активный центр – гем. Субъединицы удерживаются друг около друга гидрофобными связями.

Дисульфидные связи



Дисульфидные связи в иммуноглобулине G

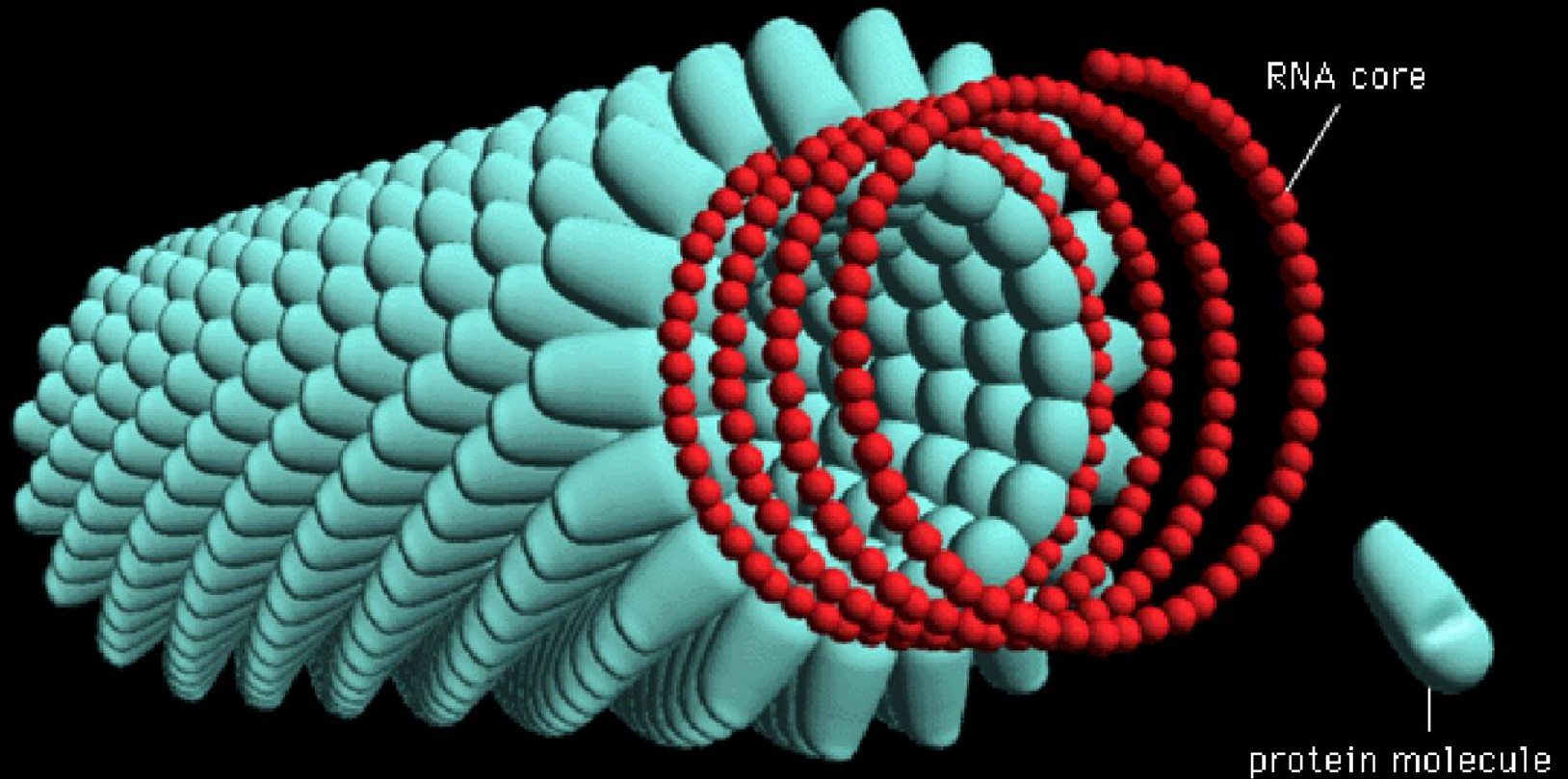
Четвертичная структура



Фермент состоит из полипептидных цепей двух типов — М (*от* англ. muscle - мышца) и Н (*от* англ. heart – сердце).

Лактатдегидрогеназа (КФ 1.1.1.27)

Четвертичная структура



©1996 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Пример четвертичной структуры - вирус табачной мозаики: 2130 одинаковых молекул белка расположены вокруг РНК вируса.



Вопросы для самоконтроля

1. **Приведите классификацию α -аминокислот в зависимости от характера радикала.**
2. **Охарактеризуйте химические свойства α -аминокислот.**
3. **Перечислите известные Вам цветные реакции на α -аминокислоты и белки.**
4. **Какие уровни структурной организации белков Вы знаете?**

**Спасибо за Ваше
внимание!**