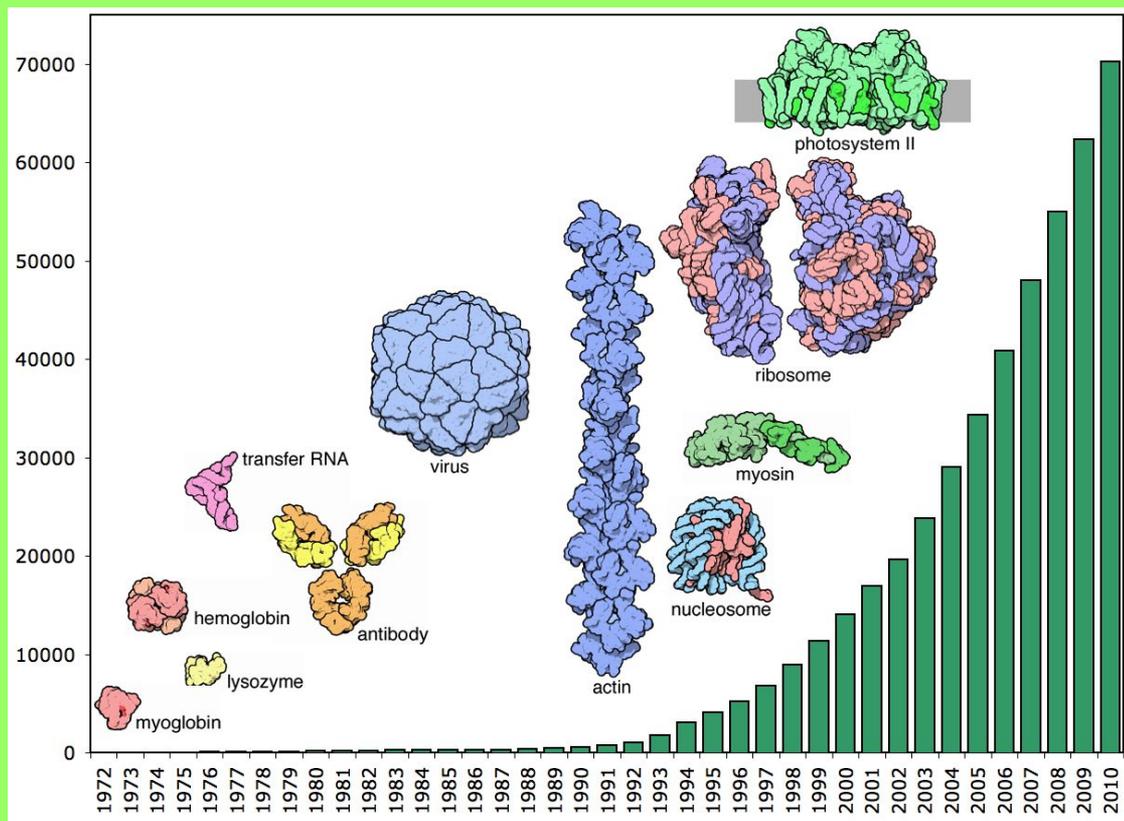
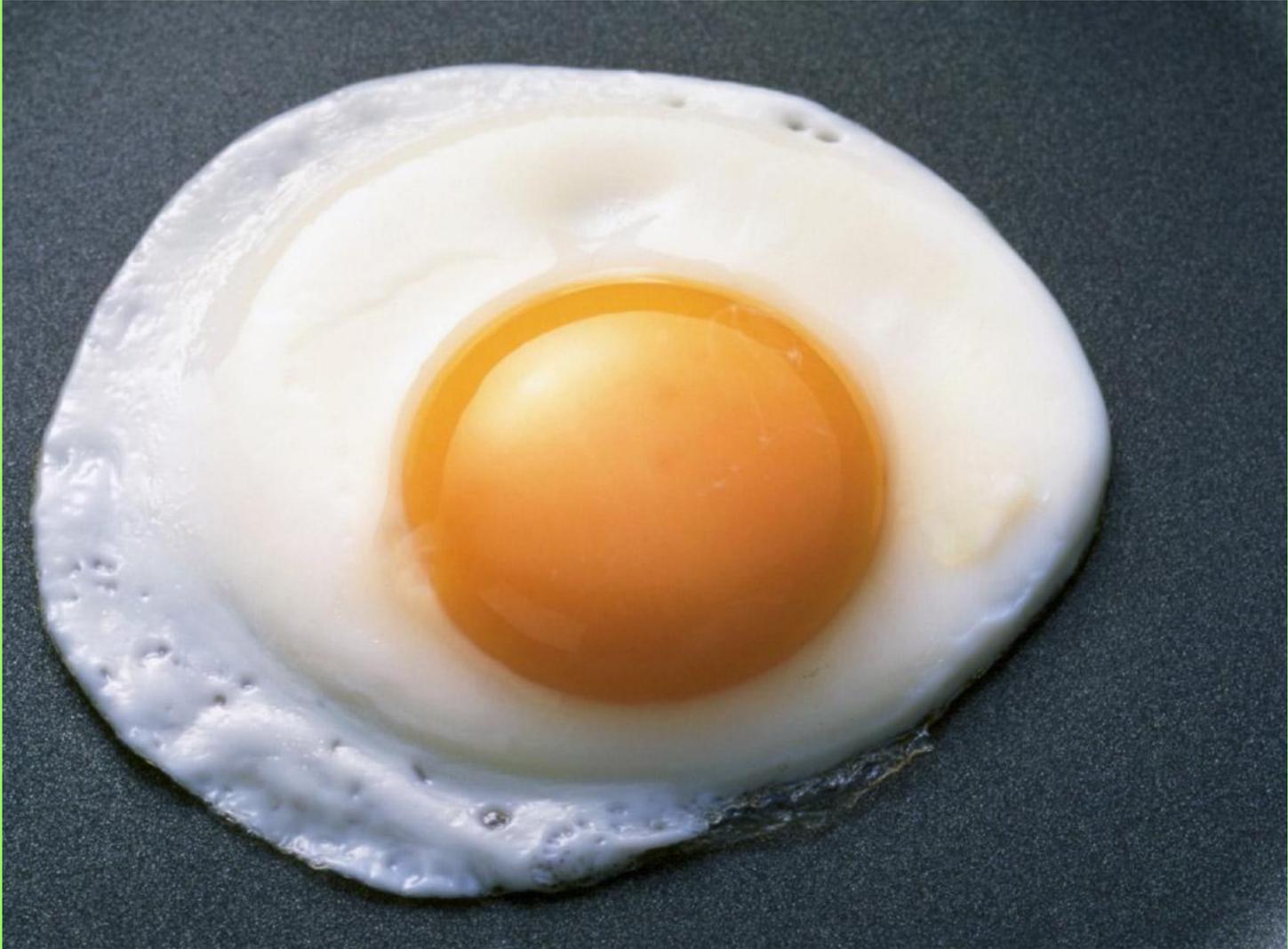


Белки

БЕЛКИ

(протеины, пептиды)







Белки

Это биологические полимеры,
мономерами которых являются
аминокислоты

Аминокислоты – органические соединения, содержащие в своем составе аминогруппу(- NH₂) и карбоксильную группу (-COOH)

Аминокислоты

Ученым сегодня известно больше **200** аминокислот. Считалось, что в состав белков входит **20** разных аминокислот

(в XXI веке обнаружено еще **2!**)

Аминокислоты

```
graph TD; A[Аминокислоты] --- B[Заменяемые]; A --- C[Незаменяемые]
```

Заменяемые

Организм животных и человека «умеет» синтезировать самостоятельно

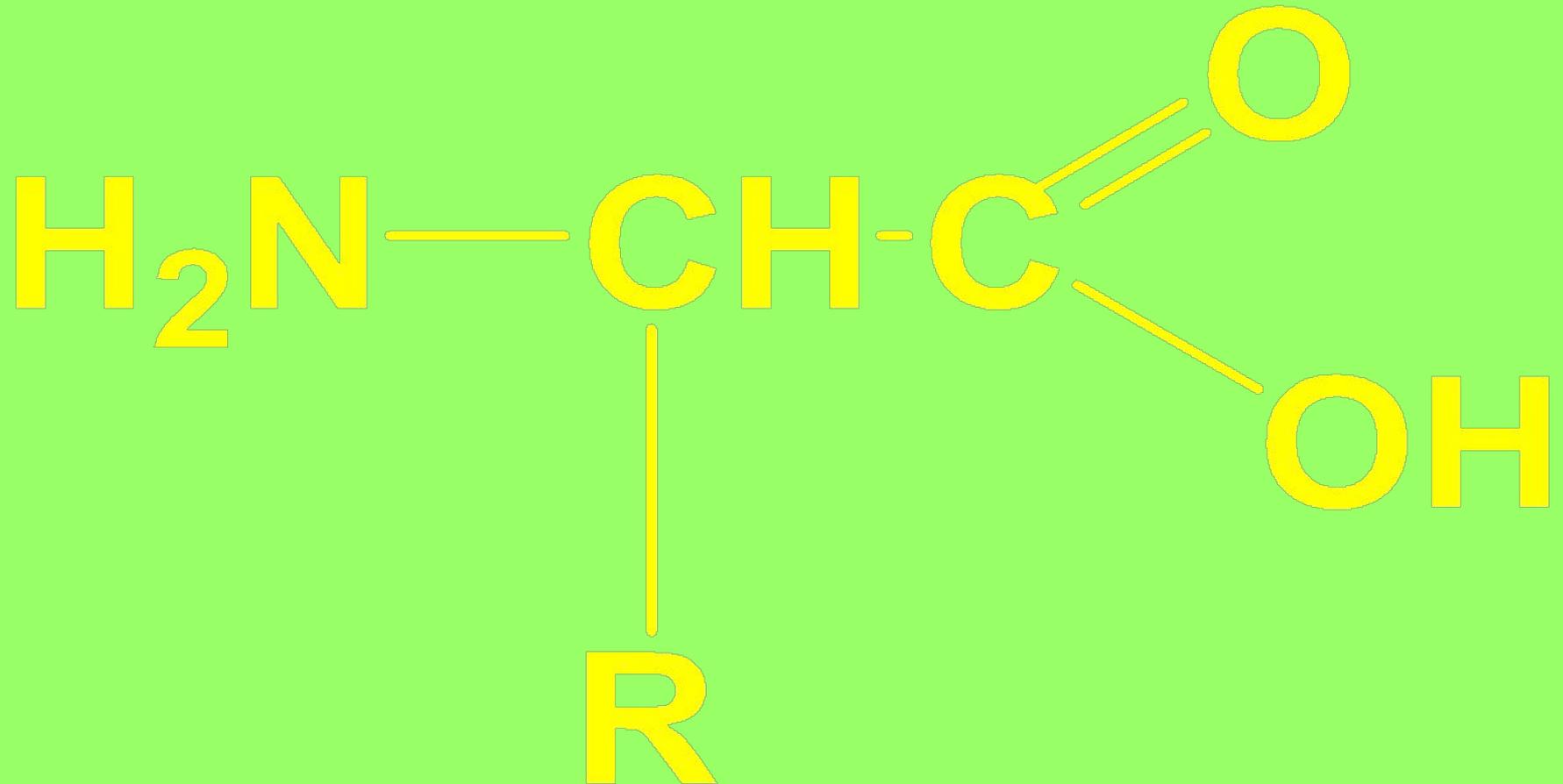
Незаменяемые

поступают в организм с пищей

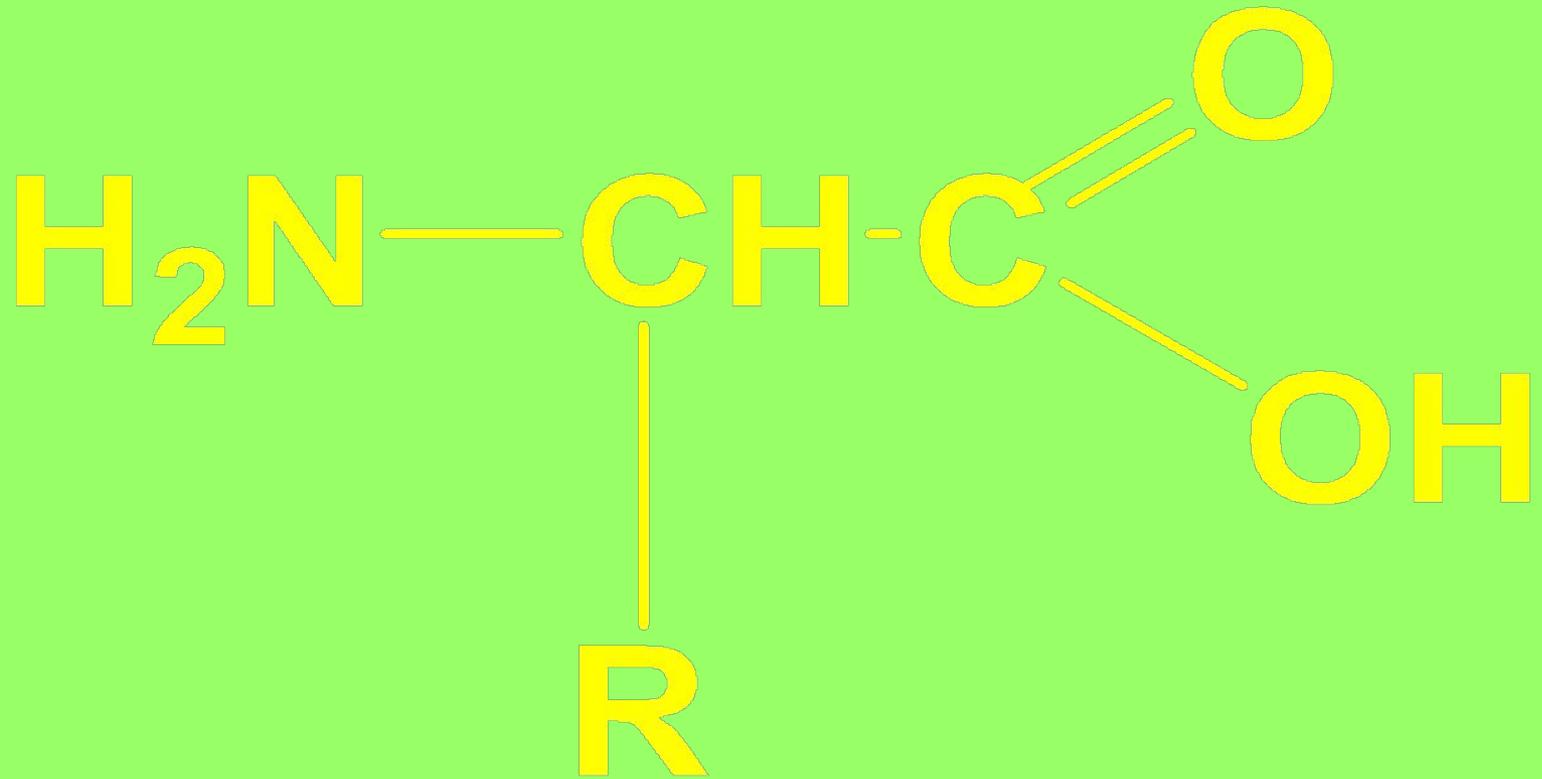
Заменяемые и незаменимые аминокислоты

Аминокислоты		
Заменяемые	Незаменимые	
Гликокол	Валин	
Аланин	Лейцин	
Цистеин (цистин)	Изолейцин	
Глутаминовая кислота	Треонин	
Аспарагиновая кислота	Метионин	
Тирозин	Фенилаланин	
Пролин	Триптофан	
Серин	Лизин	
Аспарагин	Гистидин	Условно незаменимые
Глутамин	Аргинин	

Общая формула аминокислот



Общая формула аминокислот



Карбоксильная группа – кислотные свойства

Аминогруппа – основные свойства

Аминокислоты – амфотерны!

Радикалы аминокислот

- Линейные
- Циклические
- Серосодержащие
- Могут содержать дополнительные карбоксильные и аминогруппы

Как аминокислоты соединяются в цепочку?

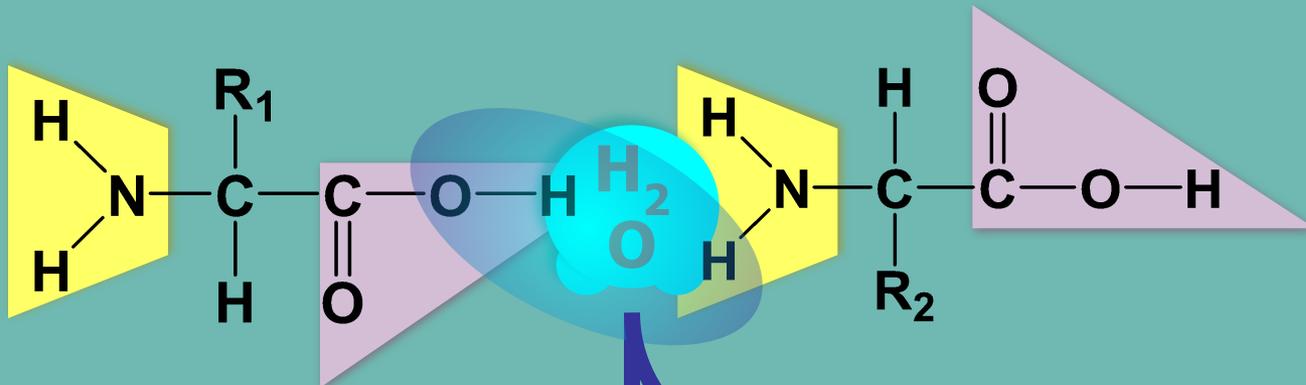
Аминокислоты в составе белка соединены **пептидной** связью.

Пептидная связь образуется между атомом углерода карбоксильной группы одной аминокислоты и атомом азота аминогруппы другой аминокислоты. 9гум

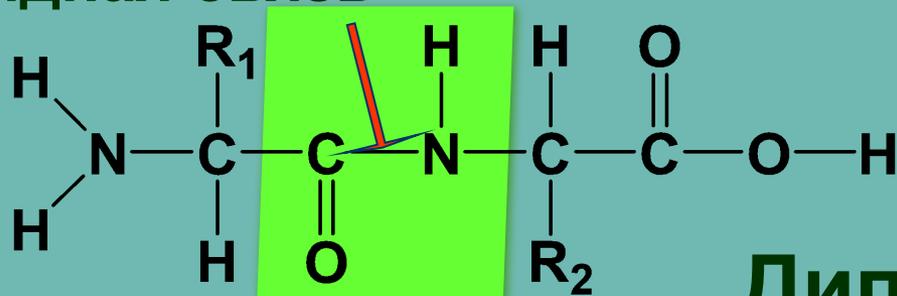
Как аминокислоты соединяются в цепочку

Аминокислота

Аминокислота

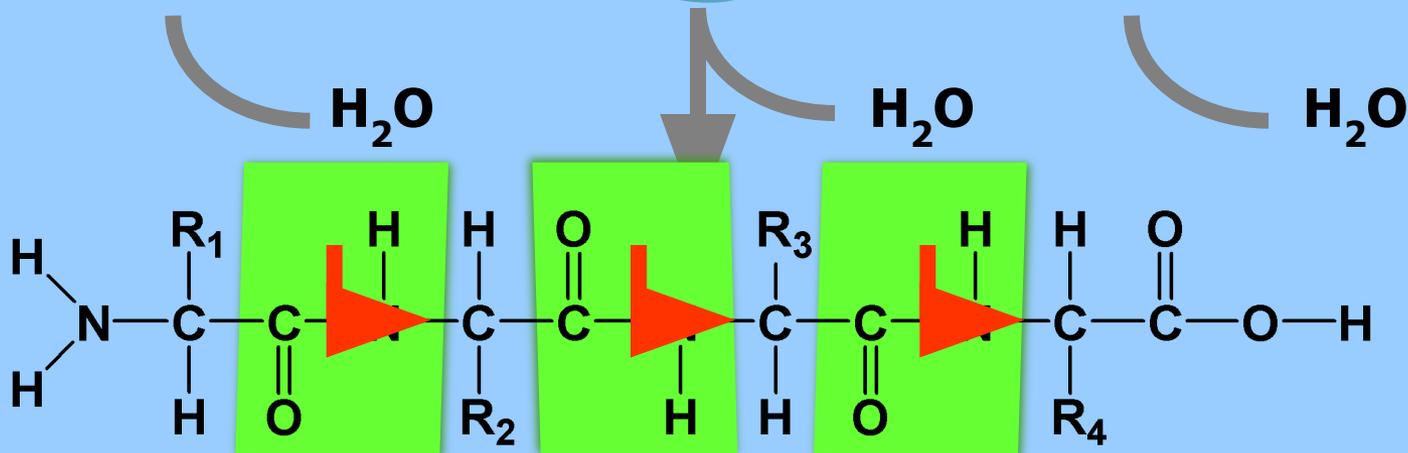
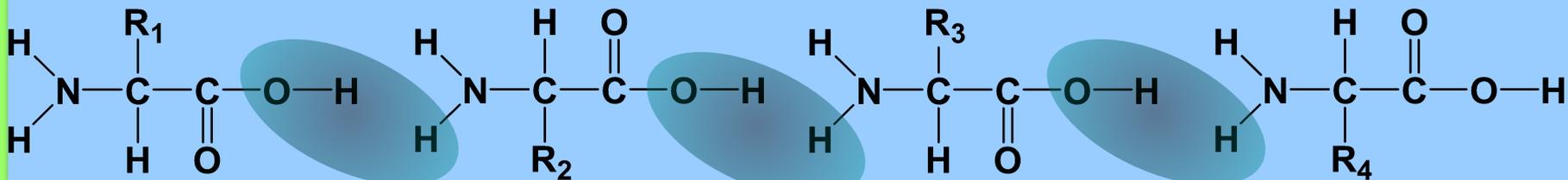


Пептидная связь

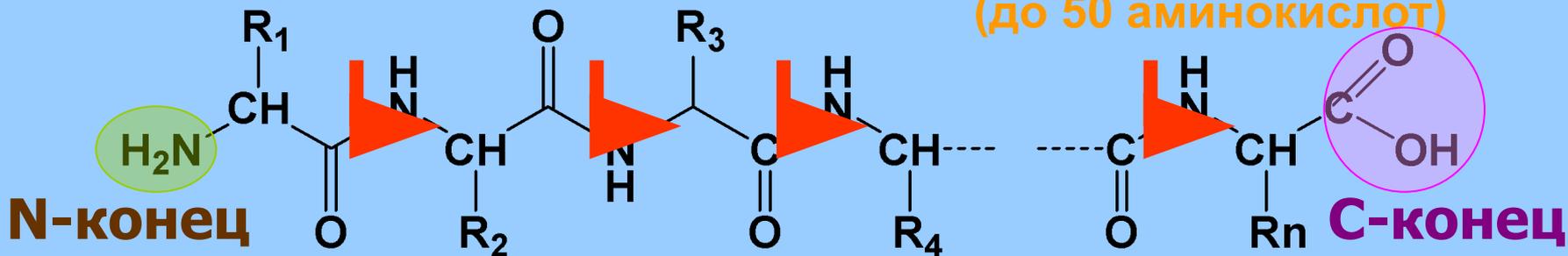


Пептидная группа

Дипептид



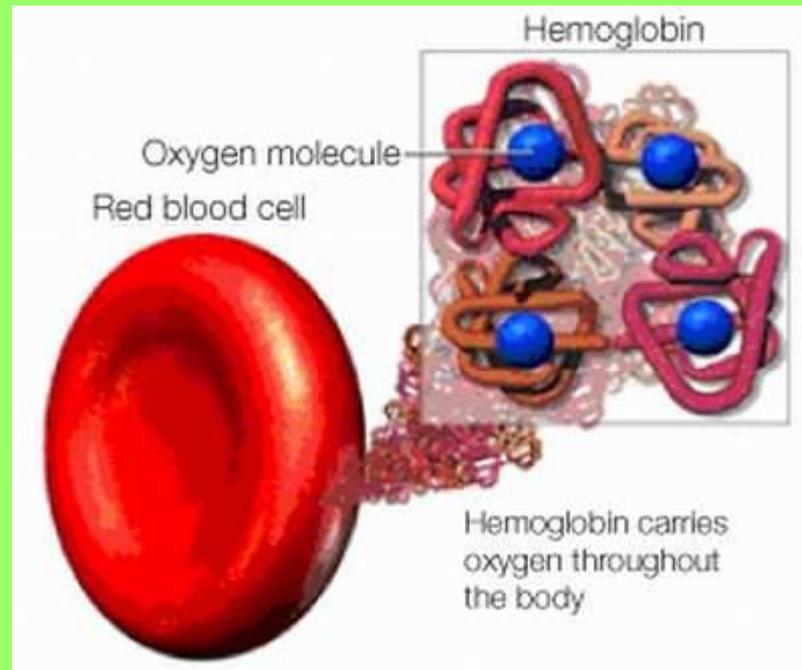
Олигопептид
(до 50 аминокислот)



Полипептид

Структура белковых молекул

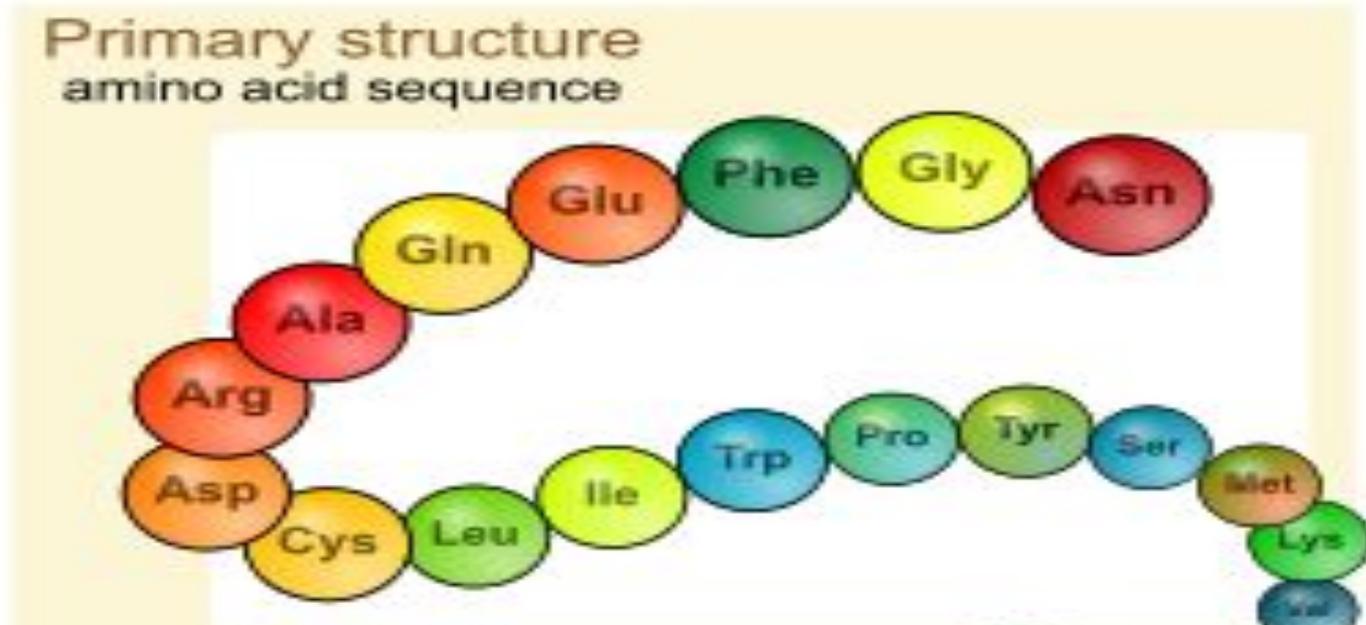
- Гемоглобин - $C_{3032}H_{4816}N_{780}S_8Fe_4$



Первичная структура белка

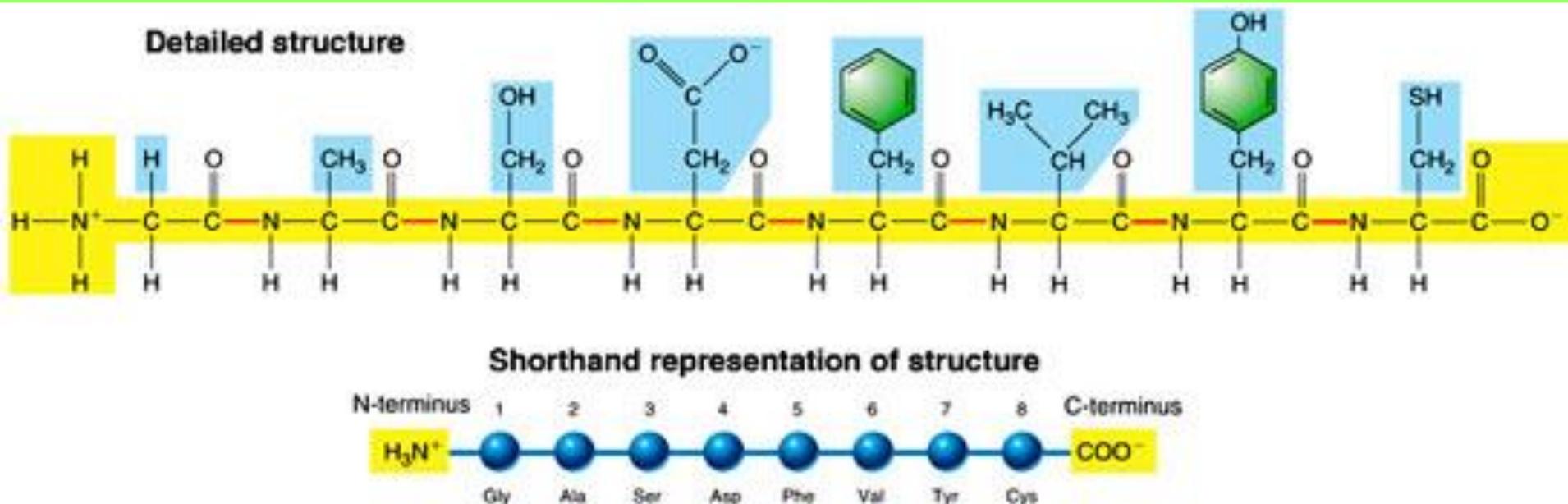
линейная последовательность
аминокислот, соединенных между собой
пептидными связями

Именно она закодирована в ДНК



Полипептидная цепочка из аминокислот

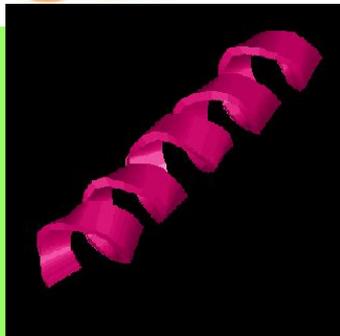
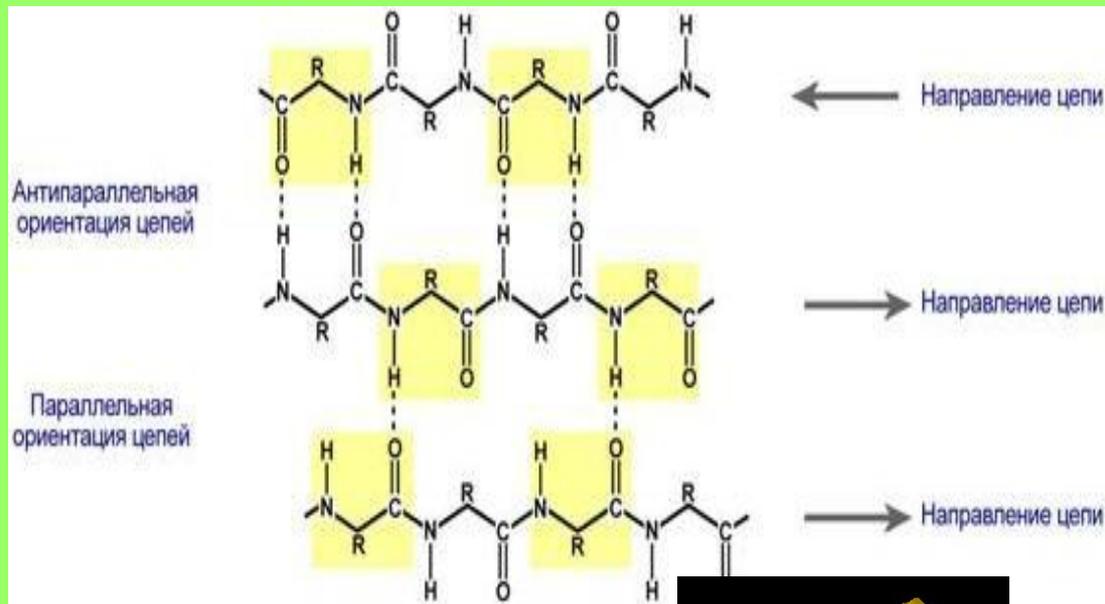
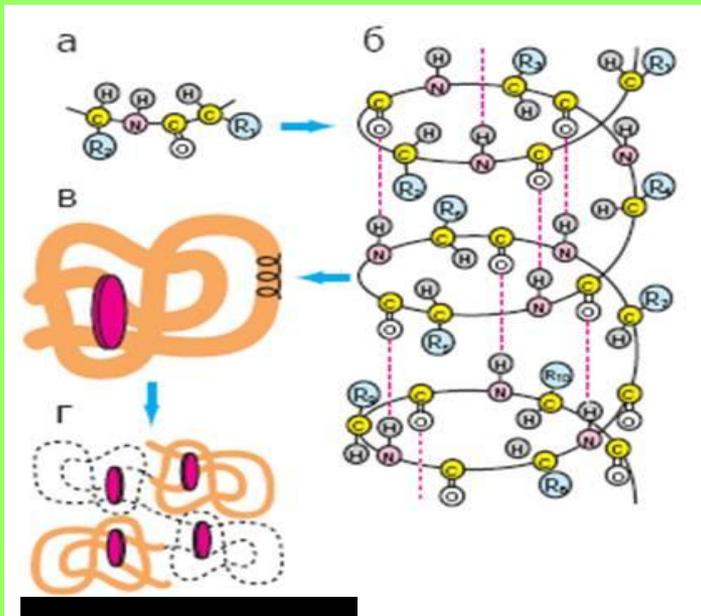
- пептидная связь между аминокислотами в цепи
- — различные типы радикалов



В отличие от углеводов белки никогда не ветвятся,
все белки – линейные полимеры

Вторичная структура белка

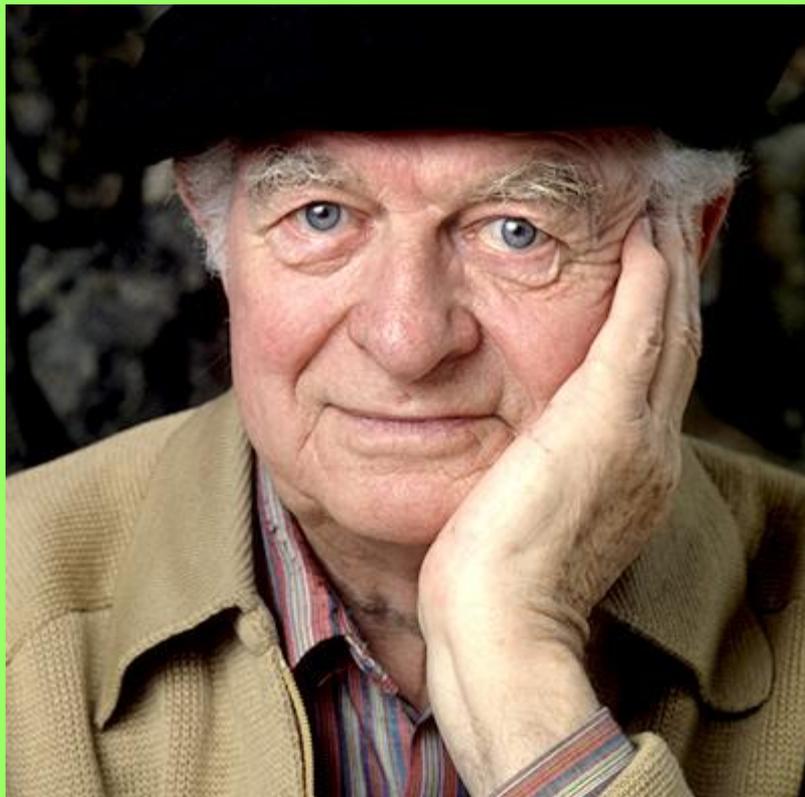
- Укладка полипептидной цепи, удерживаемая водородными связями между **C=O** и **N-H** группами



α-спираль



β-слои



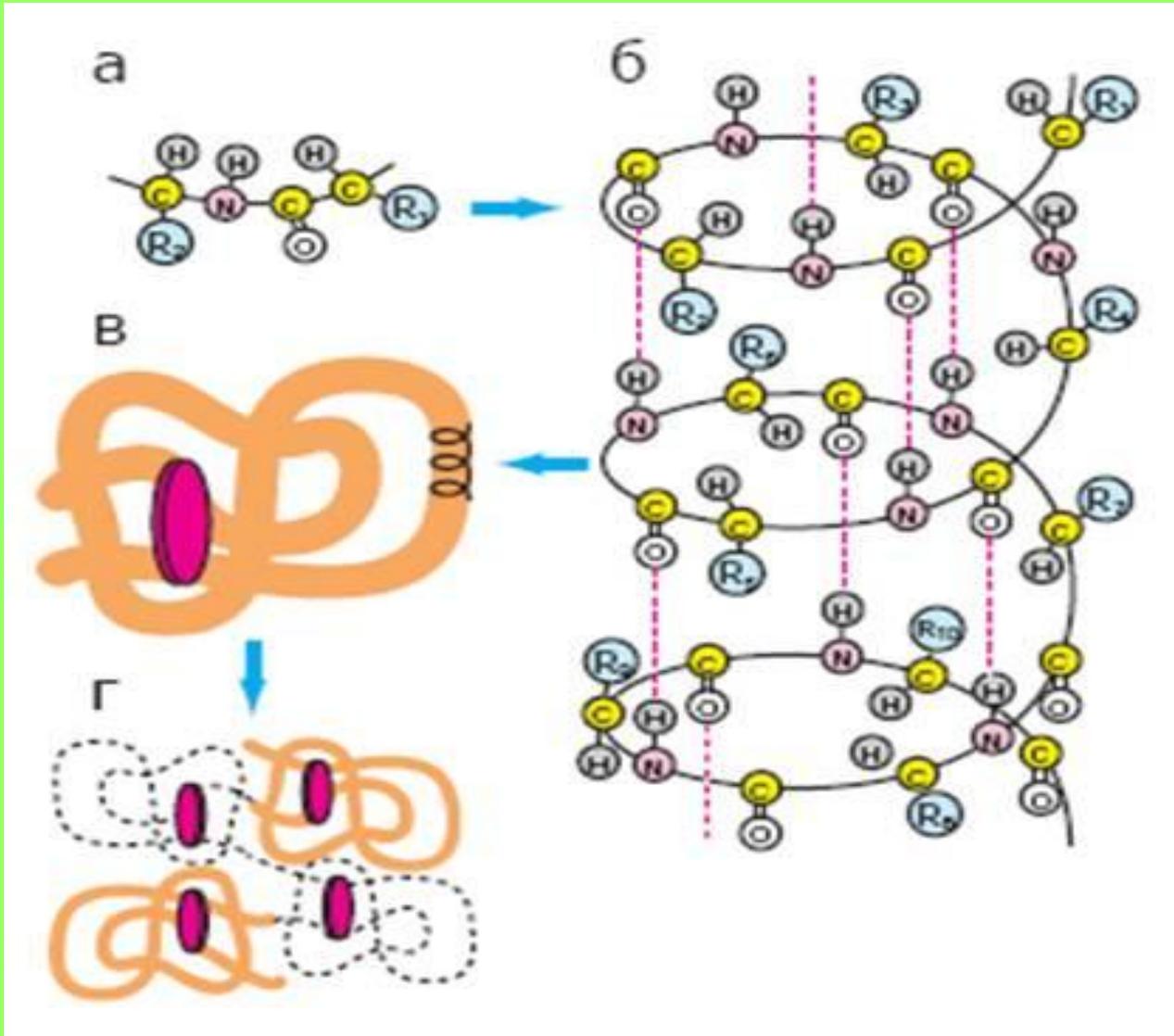
Лайнус Полинг (1901-1994)

Предсказал альфа-спираль.

1954 г. Нобелевская премия по химии

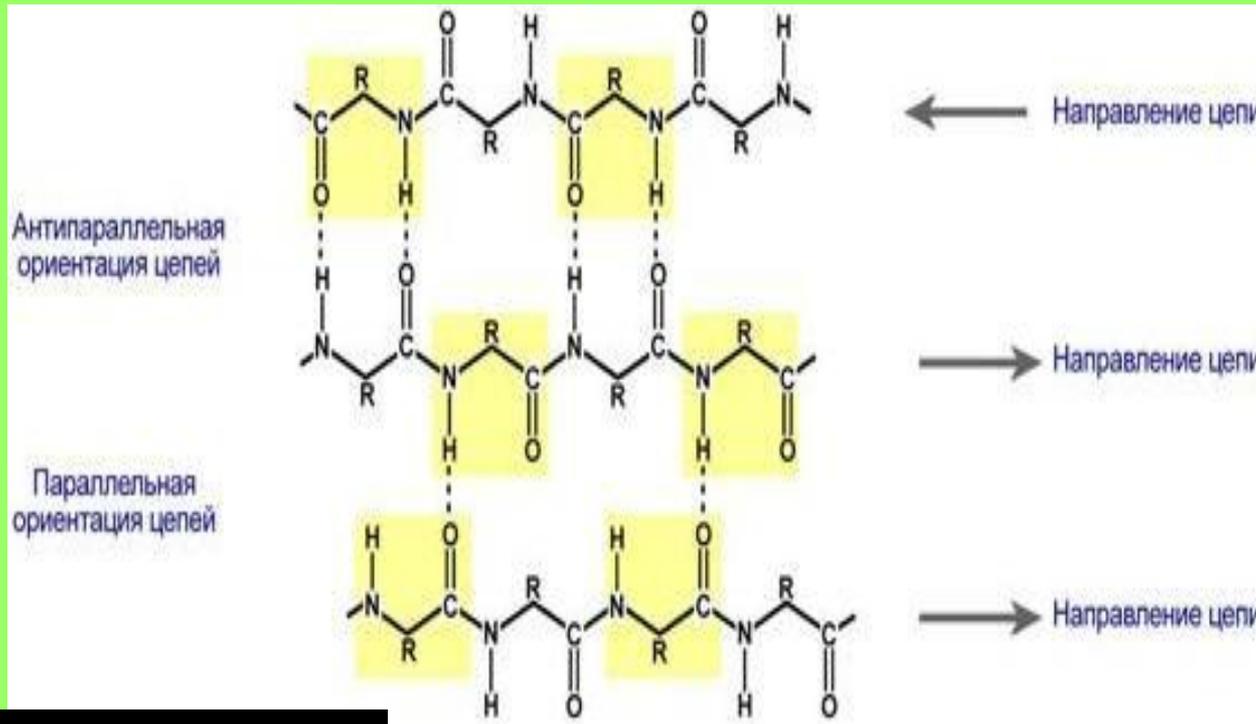
1962 г. Нобелевская премия мира

α -спираль



водородные
связи между
 $\text{C}=\text{O}$ и $\text{N}-\text{H}$
группами

β -слои



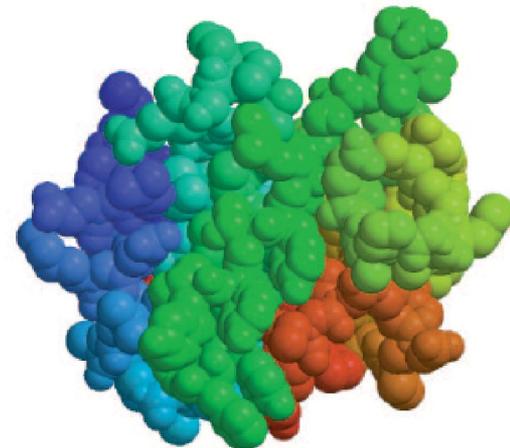
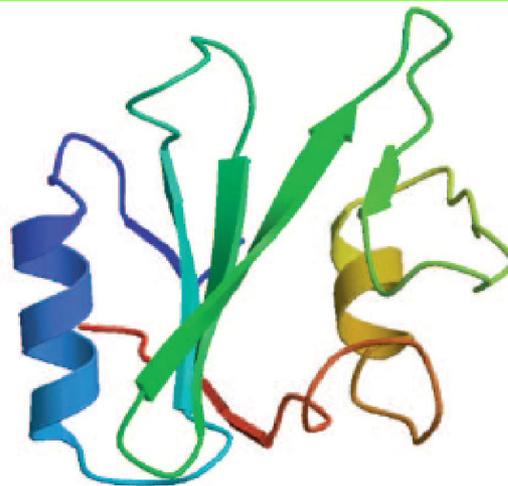
Цепочка аминокислот складывается плоской «гармошкой». при этом также образуются водородные связи между $C=O$ и $N-H$ соседних слоев.

Третичная структура белка

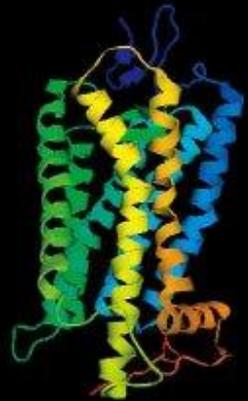
- **Третичная структура белка**-
трехмерная пространственная упаковка

удерживается **связями между радикалами**

Часто имеет
форму
глобулы
(шарика)



Существует много разных типов третичных структур



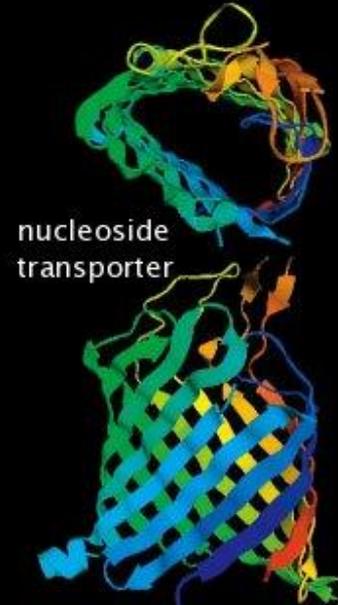
bovine rhodopsin



human telomere protein



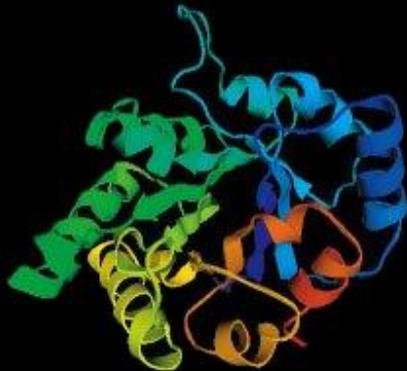
leucine rich repeat protein



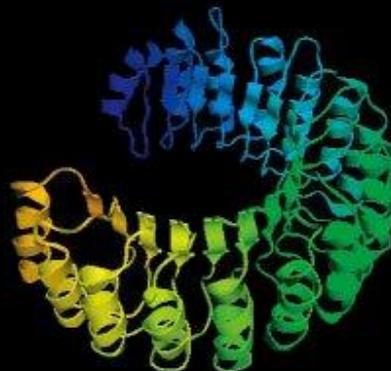
nucleoside transporter



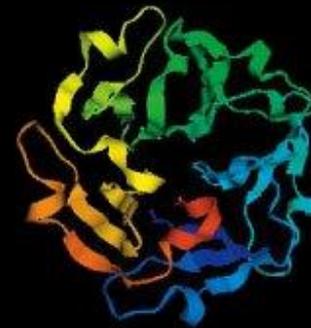
mouse cadherin



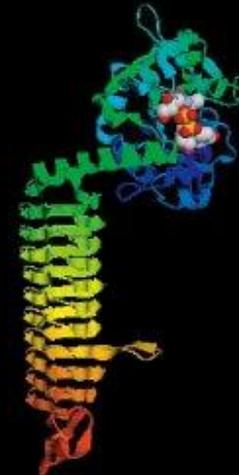
β/α -barrel form (TIM)



α/β superhelix (ribonuclease inhibitor)



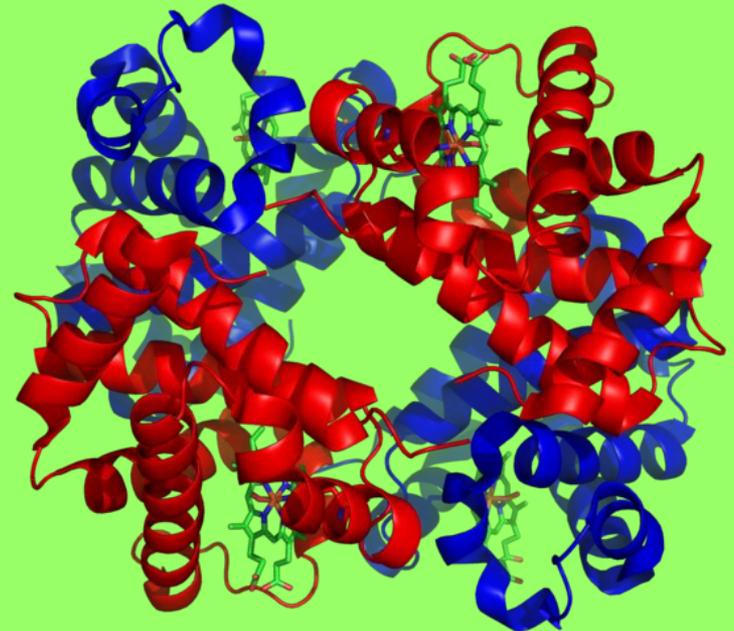
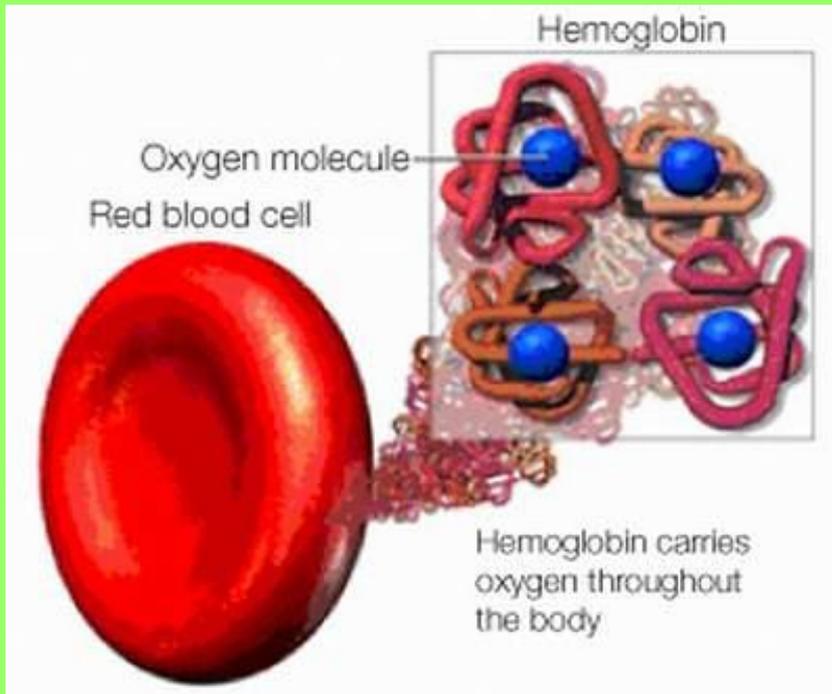
5-propeller form (lectin)



solenoid form (transferase)

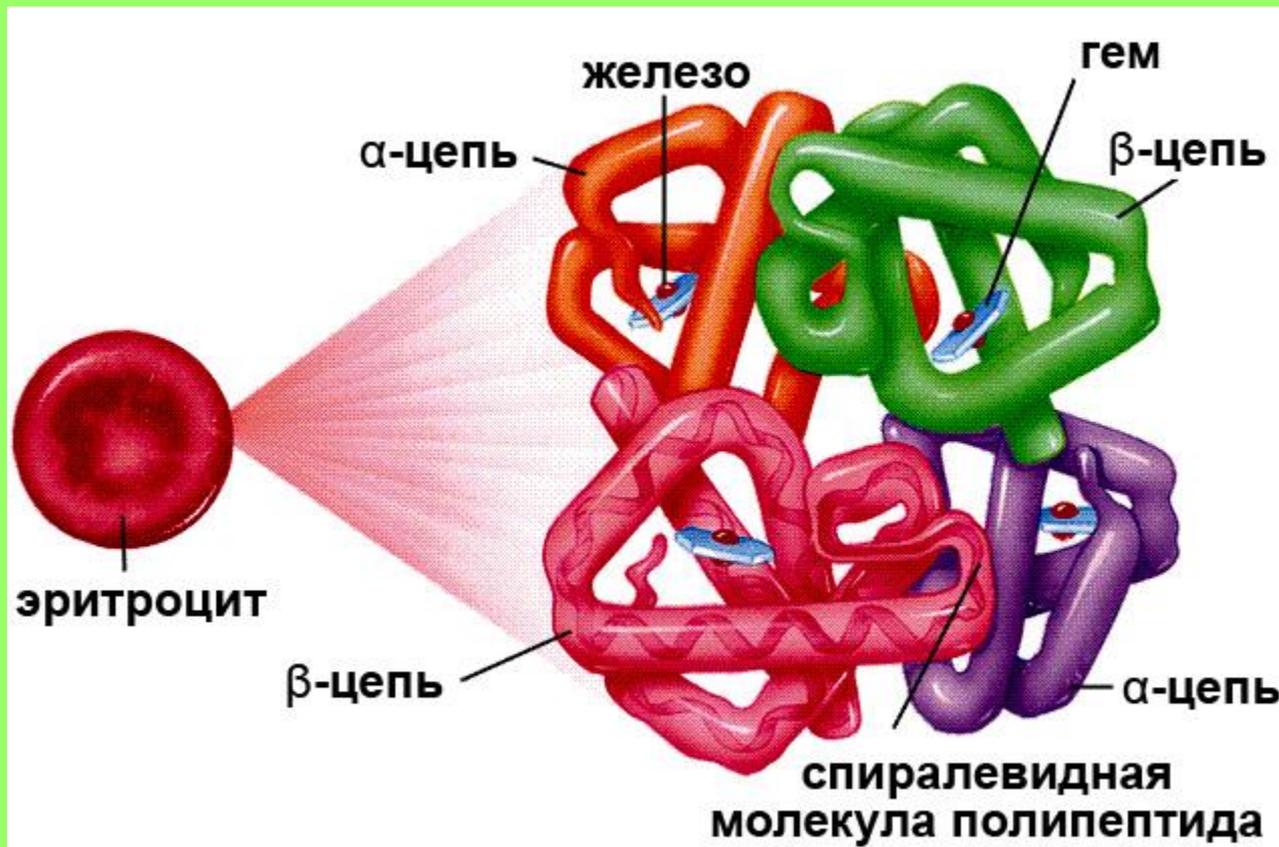
Четвертичная структура белка

- **Объединение нескольких глобул в сложный комплекс**
- Поддерживается гидрофобными и электростатическими взаимодействиями, водородными связями, дисульфидными мостиками

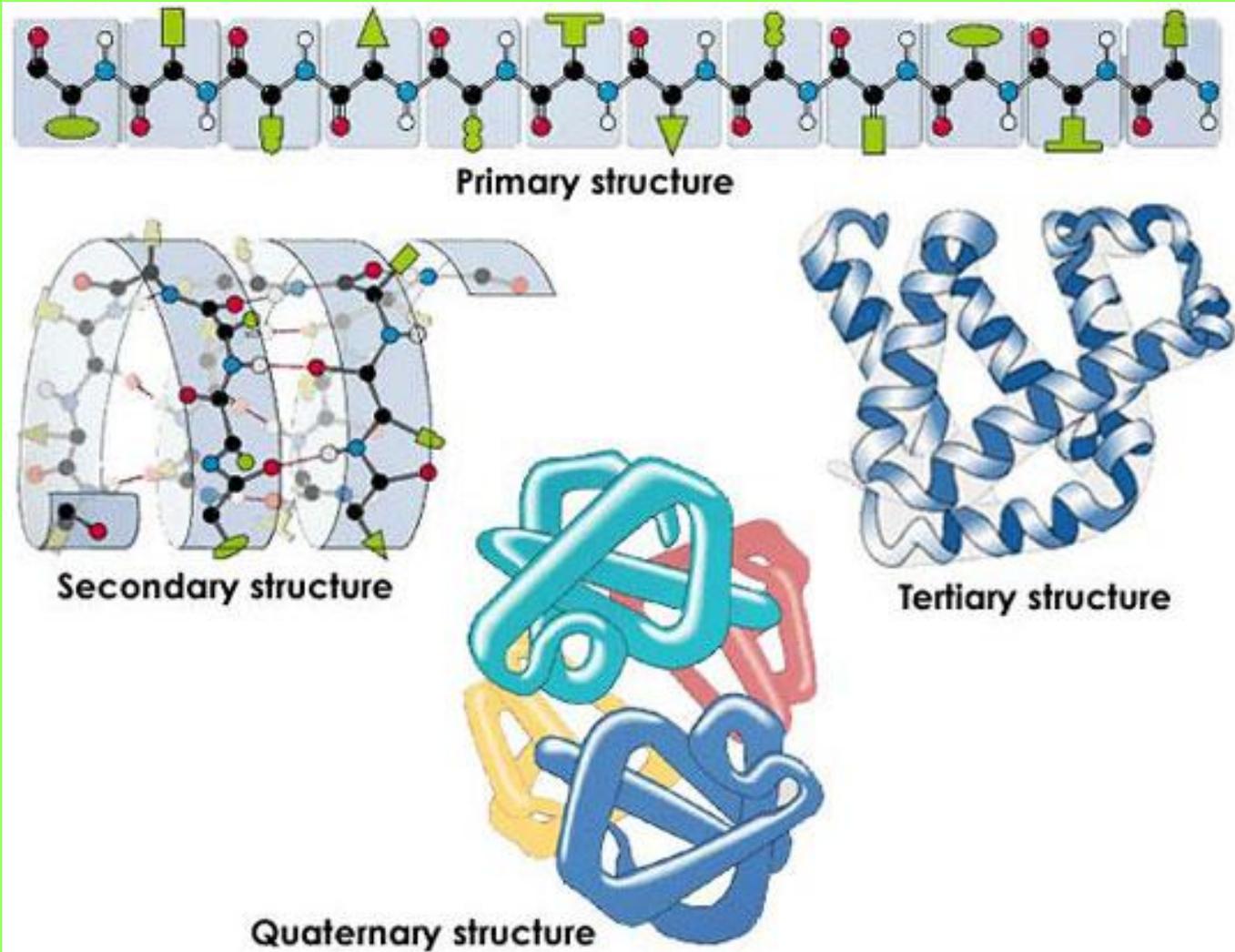


Белок с четвертичной структурой - гемоглобин

- Гемоглобин переносит кислород в крови



Первичная структура определяет остальные уровни укладки!



ЗАКОНСПЕКТИРОВАТЬ!

Зачем человек готовит
себе пищу?

Отчего бы не поглощать её
сырой?

Денатурация белка



- Процесс нарушения природной (нативной) структуры белка.

Денатурирующие факторы

- Высокая, низкая температуры
- Сильные кислоты, щелочи или др. вещества
- Радиация
- Ультрафиолетовые лучи

Если не нарушена первичная структура белка, возможно восстановление –

ренатурация

Дополнительно

- 1. Прямая нитка бус — это только первичная структура белка.
- 2. Аминокислотная цепочка способна изгибаться, «бусины» притягиваются друг к другу. Цепочка закручивается в спираль, или нечто вроде гармошки, или что-то ещё посложнее, — это вторичная структура. Но и этим дело не заканчивается.3.
- 3. Спираль, как волшебная змея, сворачивается ещё и ещё, закручиваясь в узел, клубок или шарик (глобулу). Это третичная структура.
- 4. У некоторых белков устройство ещё сложнее — отдельные клубки собираются вместе по 2, 3, 4 (и даже больше) штуки. Они крепко прилипают друг к другу и дальше работают совместно. (Гемоглобин, о котором мы уже упомянули, именно так и устроен.) Это четвертичная структура.

«Клубок» можно легко размотать, а «пружину» — раскрутить. Такой процесс называют денатурацией. Во время денатурации свойства белка сильно изменяются. Зачем человек, например, разогревает или готовит себе пищу? Отчего бы не поглощать её сырой? Дело в том, что при варке, допустим, того же яйца яичный белок денатурирует — из слизистой жидкости превращается в плотную белую массу. При полной денатурации «клубок» превращается в «проволоку» — тогда становится очень удобно «резать её на куски» (аминокислоты), что и делает желудочный сок со съеденной яичницей. Сырое яйцо или мясо переварить гораздо труднее.

Живое существо, чьи белки денатурировали, умирает. При температуре тела выше 42° С белки человеческого тела не выдерживают и начинают денатурировать, человек погибает. Размотать белковый «клубок» можно не только при высокой температуре, но и с помощью облучения, холода, яда, высушивания, а также многими другими способами.

Если белок при «раскручивании» не распался на отдельные «бусины», то он может вновь скрутиться в «клубок». Происходит ренатурация.