Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби

Факультет Химии и Химической Технологии

Лекция 4.
Белки и полипептиды, их структуры, биологическое значение. Методология установления их аминокислотной последовательности.

Цель:

изучить структурную организацию белков (первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры), закономерности их строения, методологию гидролиза и установления аминокислотной последовательности, а также детальную классификацию белков по функциям, происхождению, физико-химическим свойствам и химическому составу.

К.х.н., ассоциированный профессор Литвиненко Ю.А

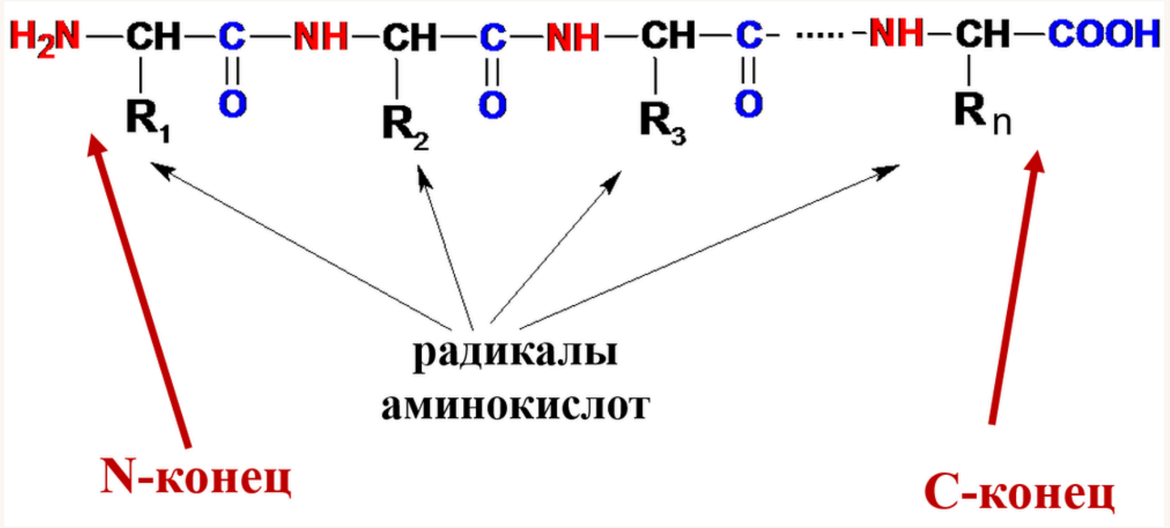


Алматы, 2026 г.

Первичная структура белка – это последовательность аминокислот в полипептидной цепи, соединенных пептидными связями. Связи между аминокислотами ковалентные, очень прочные.

Первичная структура определяет:

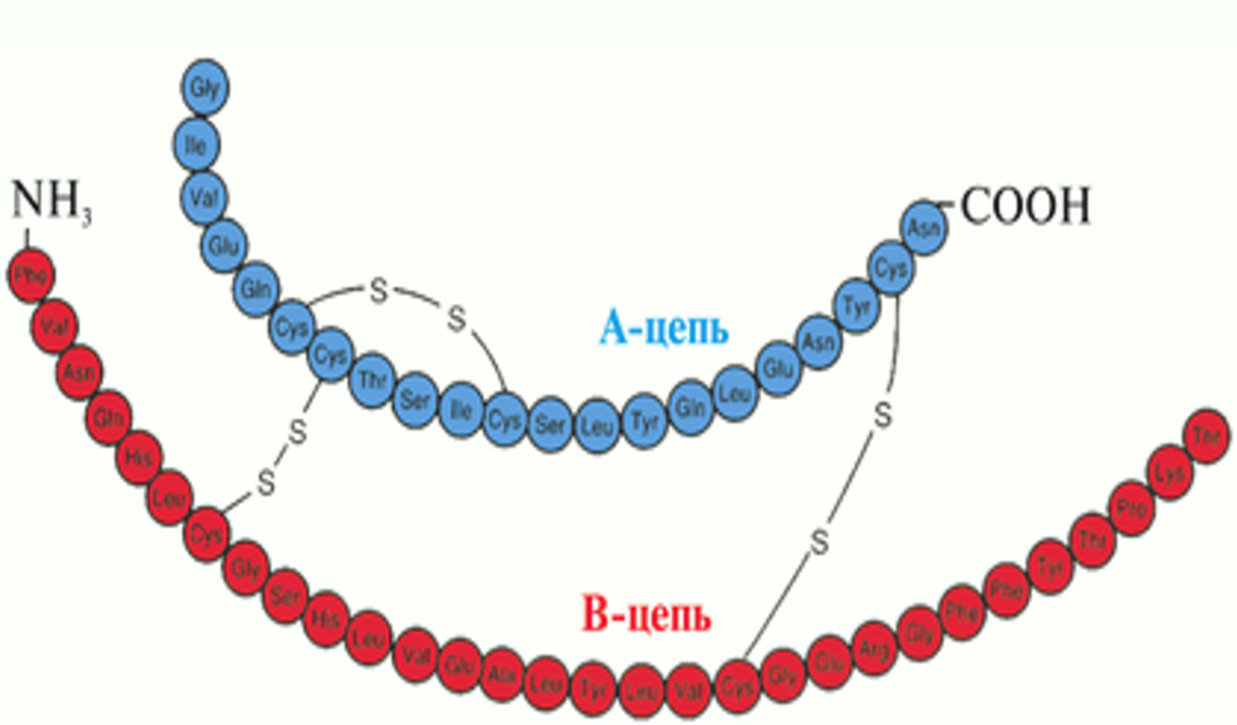
•Физико-химические свойства (размер, массу, растворимость, заряд и т.д.)
•Все последующие уровни структурной организации белка, а следовательно
•Биологическую активность белка
•Видовую и тканевую специфичность белка



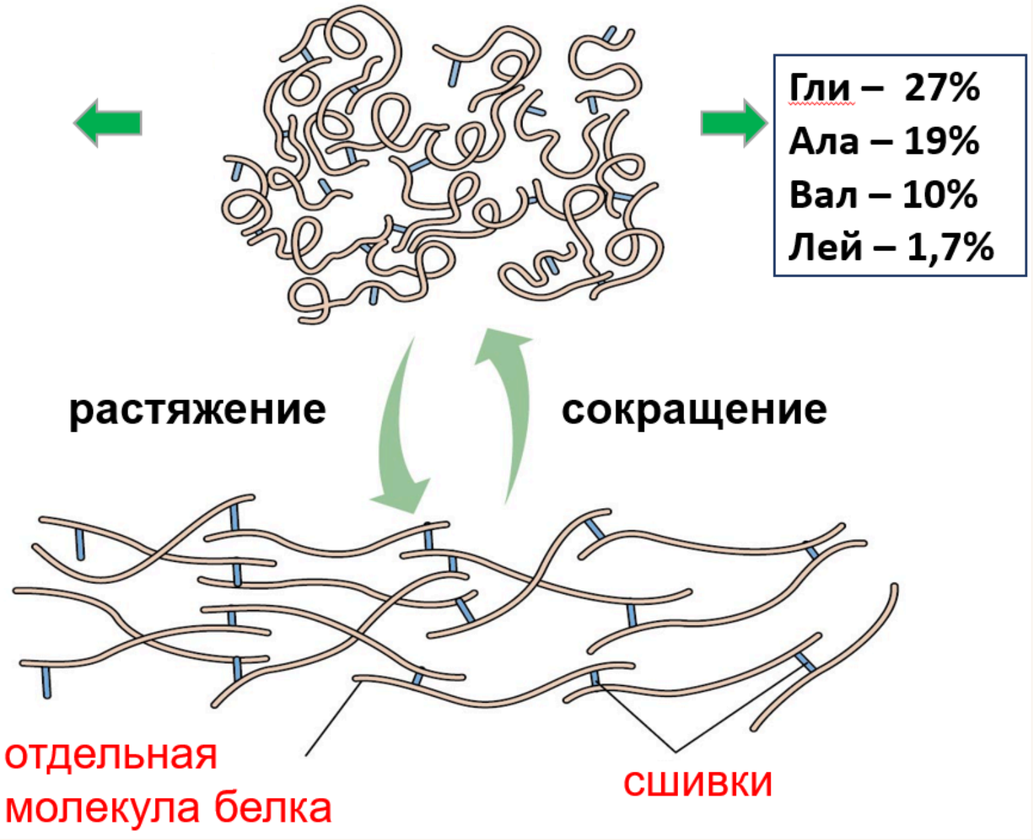
Закономерности первичной структуры:

1.Чем важнее роль белка в процессах жизнедеятельности, тем разнообразнее его аминокислотный состав (и, наоборот, чем примитивнее функция белка, тем беднее его «аминокислотная корзина»)
2.Чем важнее роль белка в процессах жизнедеятельности, тем больше сходство первичных структур гомологичных белков (гомологичные белки – белки, выполняющие одну и ту же функцию у разных видов животных)
3.Чем ближе расположены виды на эволюционной лестнице, тем больше сходство первичных структур гомологичных белков

Строение молекулы инсулина



Строение эластина



Методы изучения I структуры белка:

гидролиз

по характеру катализатора
- **кислотный**
- **щелочной**
- **нейтральный (ферментативный)**

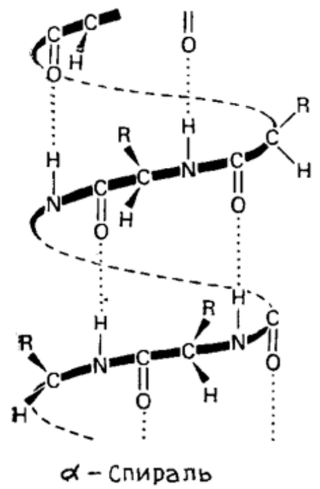
по глубине
- **полный**
- **неполный**

по условиям
- **мягкий** (ферменты, t≈36ºC, нормальное давление)
- **жёсткий** (высокая температура, кислоты, щёлочи)

Вторичная структура белка – это конфигурация полипептидной цепи в пространстве, образующаяся в результате взаимодействий между функциональными группами, входящими в состав пептидного остова.

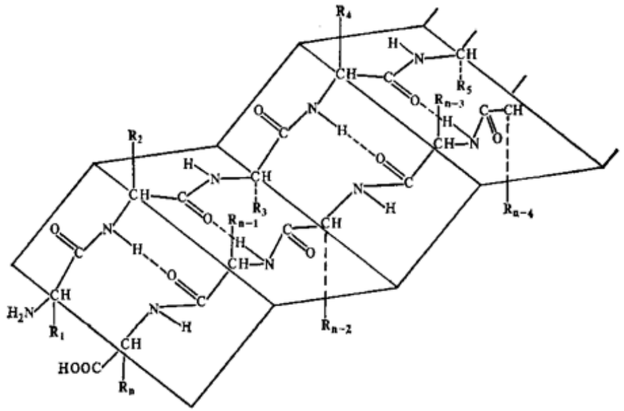
представляет собой способ укладки I структуры в виде:

α-спирали



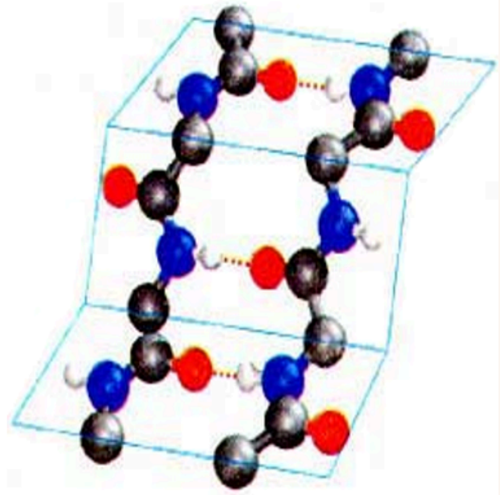
α – Спираль

β-структуры



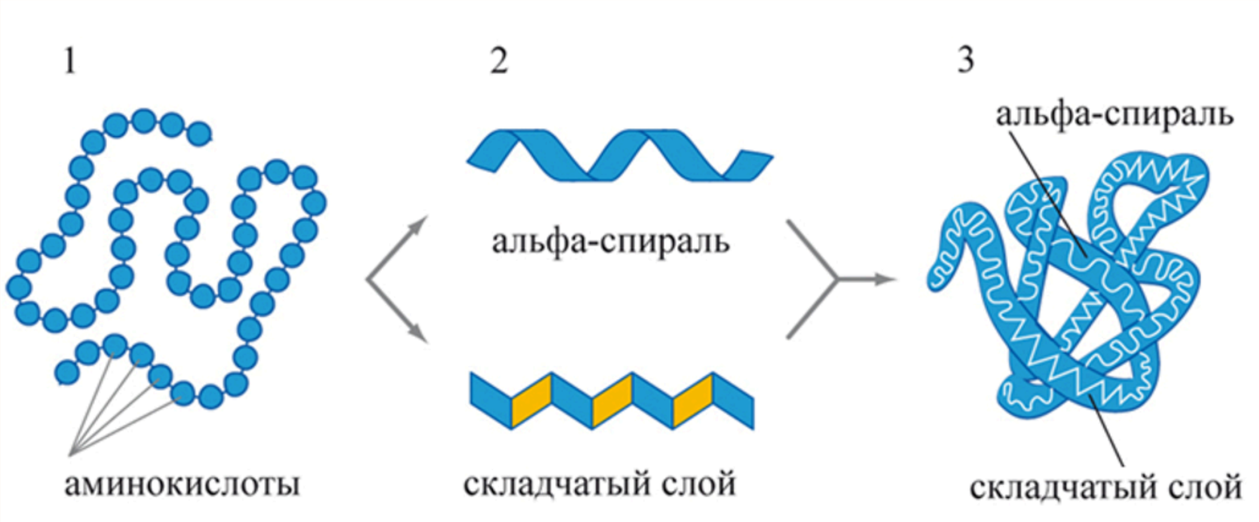
удерживается водородными связями за счет между COOH и NH_2





α-спираль **β-структура**

Формирование третичной структуры белка:

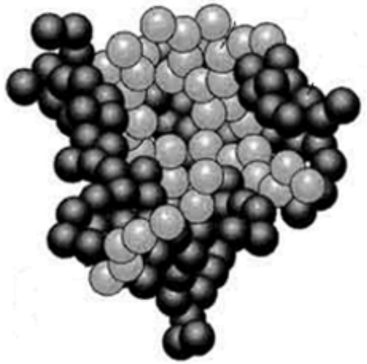




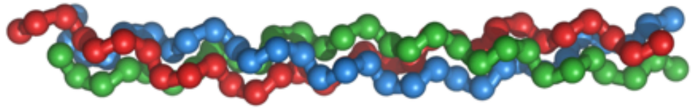
Третичная структура - это способ укладки полипептидной цепи в пространстве в виде компактной упаковки, за счет связей между радикалами.

Форма белковых молекул:

- Глобулярные (шарообразные)
- Фибриллярные (нитевидные)

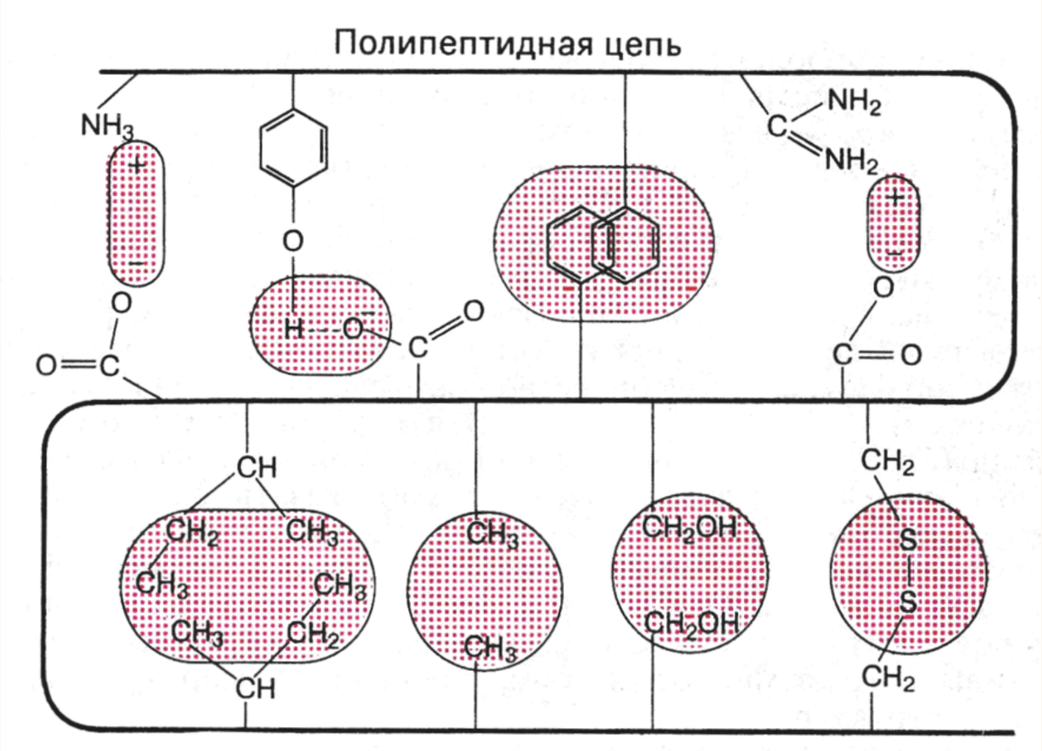


глобула



фибрилла

Связи, характерные для третичной структуры:



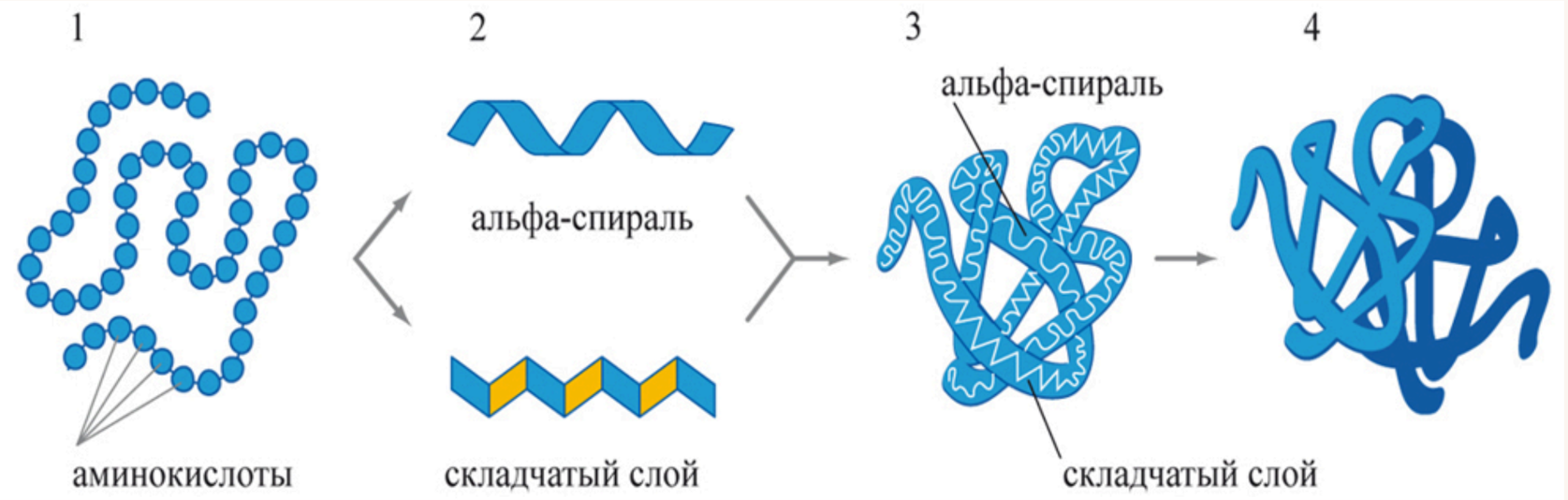
В поддержании третичной структуры участвуют:

1. водородные связи
2. ионные связи
3. гидрофобные взаимодействия
4. дисульфидные связи

Четвертичная структура - это высший уровень структурной организации, возможный не у всех белков. Формирование четвертичной структуры белка -это способ укладки в пространстве третичных структур (глобул) и формирование единого в структурном и функциональном отношениях макромолекулярного образования.

- Каждая отдельно взятая глобула, получившая название протомера или субъединицы, чаще всего не обладает биологической активностью.

Она образуется слабыми нековалентными ионными, водородными связями и гидрофильно-гидрофобным взаимодействиями.



Важнейшие свойства белков:

•Способность к специфическим взаимодействиям (образование белково-лигандных комплексов)
•Способность к самосборке (образование надмолекулярных структур)

Типы классификации белков:

•По форме молекулы
•По физико-химическим свойствам
•По происхождению
•По биологической ценности
•По функциям
•По химическому составу

Классификация пептидов и белков.

I и **II** В зависимости от формы молекул и по физико-химическим свойствам белки подразделяются на фибриллярные и глобулярные.

Молекулы фибриллярных белков вытянуты в длину, нитеобразны, группируются одна подле другой. Образуют за счёт многочисленных межмолекулярных водородных связей суперспирали. Межмолекулярные водородные связи не могут быть преодолены молекулами растворителя, поэтому фибриллярные белки нерастворимы в воде.

Глобулярные белки сложены в компактные глобулы. Водородные связи являются в основном внутримолекулярными, межмолекулярные силы относительно слабы и разрушаются молекулами растворителя. Вследствие этого глобулярные белки растворимы в воде с образованием коллоидных растворов.



Строение белков определяет те функции, которые они выполняют в живых организмах. 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).

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.

III. По происхождению белки делят на две группы: животные и растительные.
Белки животного происхождения содержатся в мясе, рыбе, яйцах и молоке, тогда как растительные белки присутствуют в бобовых, орехах, крупах и овощах.
Классификация белков по происхождению
•Животные белки:
•Содержатся в продуктах животного происхождения.
•Примеры: мясо, рыба, морепродукты, яйца, молочные продукты.
•Растительные белки:
•Содержатся в продуктах растительного происхождения.
•Примеры: бобовые (соя, фасоль), орехи, семена, крупы, овощи
IV. Классификация белков по биологической ценности делит их на полноценные и неполноценные в зависимости от содержания незаменимых аминокислот.
Полноценные белки, содержащие полный набор аминокислот, необходимых организму, обладают высокой биологической ценностью, тогда как неполноценные белки, лишенные одной или нескольких незаменимых аминокислот, имеют низкую биологическую ценность.
Полноценные белки содержат все 9 незаменимых аминокислот, которые организм человека не может синтезировать самостоятельно и должен получать из пищи.
Биологическая ценность: Высокая, поскольку они наиболее эффективно используются организмом для синтеза собственных белков и поддержания азотистого равновесия.

Источники: В основном животного происхождения (например, белки мяса, рыбы, яиц, молочных продуктов), но также встречаются в растительных источниках, таких как соя и киноа.
Неполноценные белки не содержат полного набора незаменимых аминокислот или имеют несбалансированное их соотношение.
Биологическая ценность: Низкая, так как для синтеза белков организму может не хватать ключевых аминокислот, что ограничивает его возможности по наращиванию и восстановлению тканей.
Источники: Большинство растительных белков, таких как злаки и бобовые (исключение составляют соя и киноа).

Биологическая ценность белков

Полноценность пищевых белков зависит от количества незаменимых аминокислот в их составе.

Заменимые аминокислоты	
1.	Аланин
2.	Аспарагин
3.	Аспарагиновая к-та
4.	Глицин
5.	Глутамин
6.	Глутаминовая к-та
7.	Серин
8.	Тирозин
9.	Цистеин
10.	Пролин

Незаменимые аминокислоты	
Аргинин	1
Триптофан	1
Гистидин	2
Треонин	2,5
Изолейцин	2,5
Метионин	3
Валин	3,5
Фенилаланин	3,5
Лейцин	4
Лизин	5

Значение биологической ценности:

•Для здоровья: Важно для растущего организма, так как обеспечивает аминокислотами, необходимыми для роста и развития.
•Для взрослых: Помогает поддерживать азотистый баланс в организме и предотвращает дистрофию.
•В питании: Для обеспечения полноценного питания необходимо включать в рацион источники как полноценных, так и неполноценных белков, чтобы получить все необходимые аминокислоты.

Биологическое значение белков заключается в их разнообразных функциях, включая строительную, как основной компонент клеток и тканей (коллаген, кератин); ферментативную, ускоряя биохимические реакции; транспортную, перенося кислород, жиры, витамины (гемоглобин); защитную, как антитела иммунной системы и белки свертывания крови; двигательную, например, актин и миозин для мышечного сокращения; регуляторную, в виде гормонов (инсулин); а также энергетическую, как источник энергии при недостатке других нутриентов.

Классификация по функциям:

- Каталитические (ферменты)
- Регуляторные (гормоны)
- Транспортные (Hb, трансферрин)
- Защитные (Ig, шапероны)
- Сократительные (актин, миозин)
- Структурные (коллаген, эластин)
- Питательные (казеин, овальбумин)

Простые:

- Альбумины;
- Глобулины;
- Проламины;
- Глютелины;
- Протамины;
- Гистоны;
- Склеропротеины

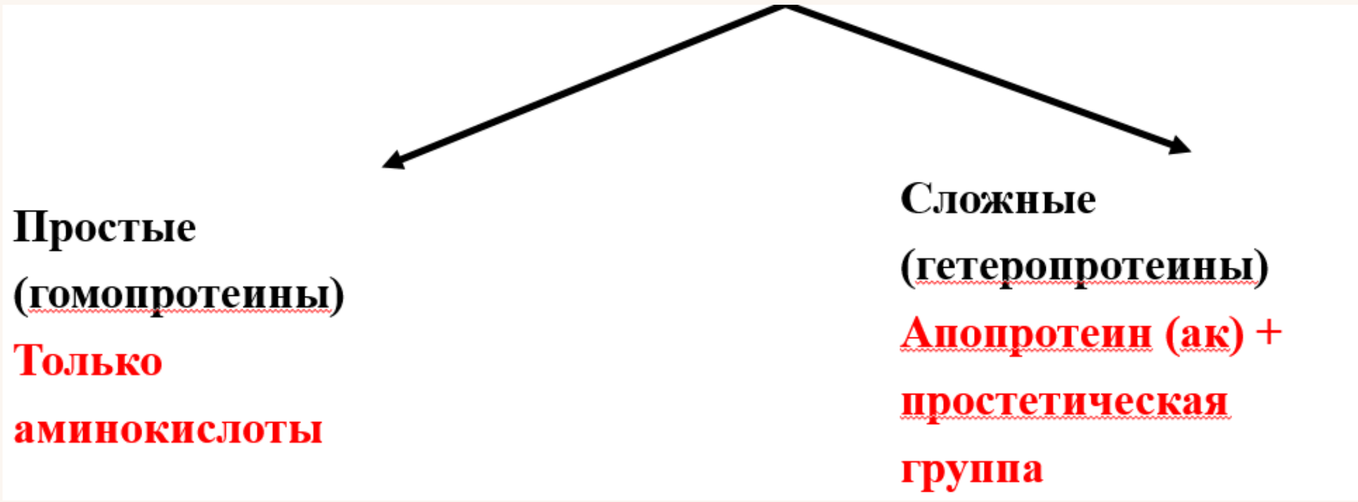
Сложные:

- Нуклеопротеины;
- Хромопротеины;
- Гликопротеины;
- Фосфопротеины;
- Липопротеины;
- Металлопротеины

Химическая классификация белков

п

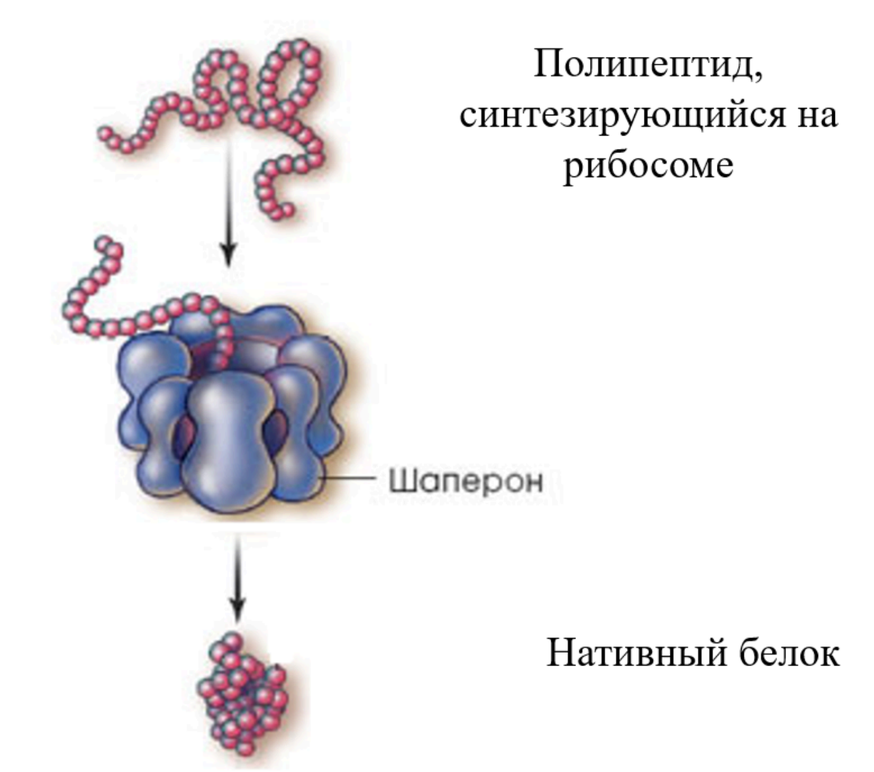
Белки (протеины)



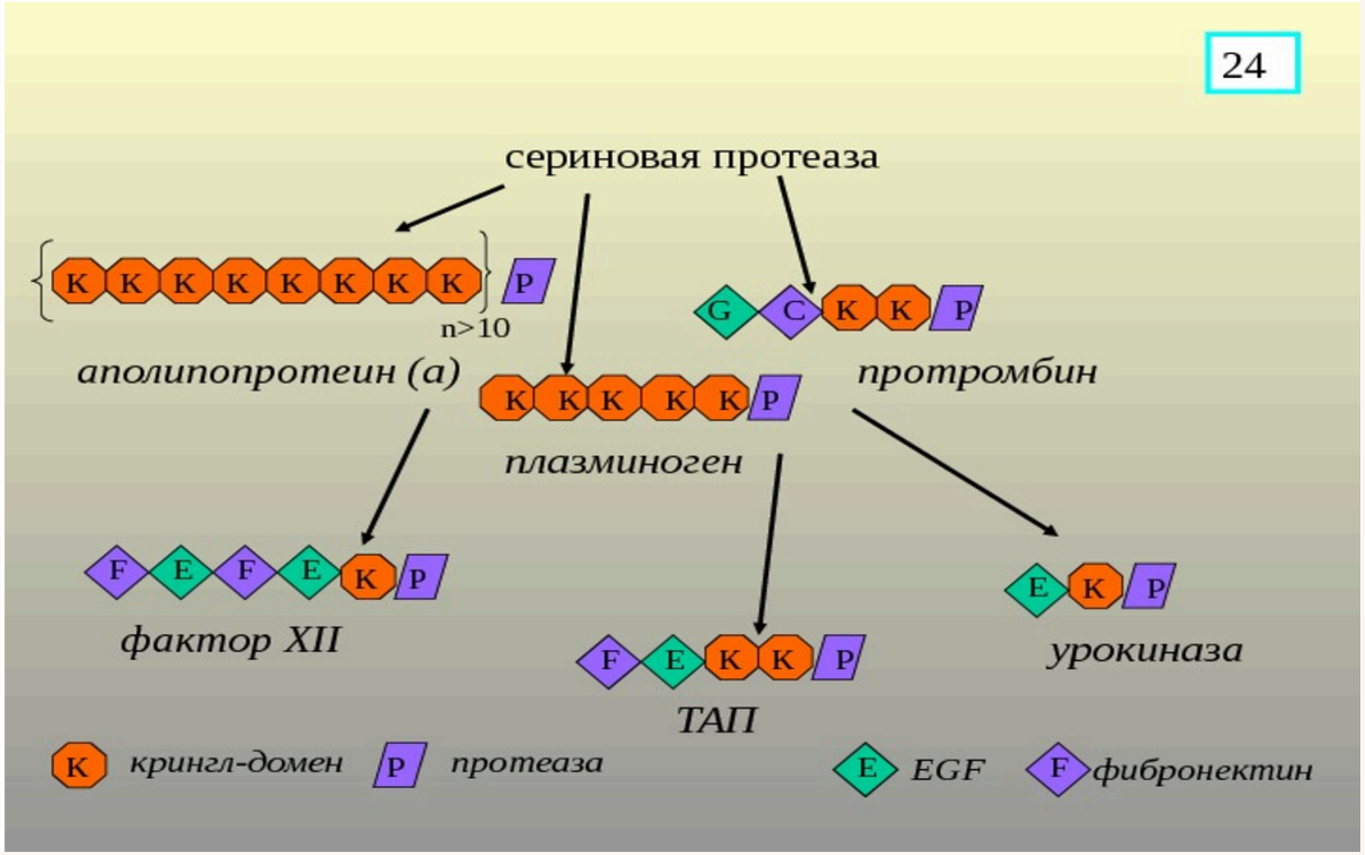
Классификация белков по семействам:

- Сериновые протеиназы
- Шапероны
- Иммуноглобулины

Шапероны



Сериновые протеазы



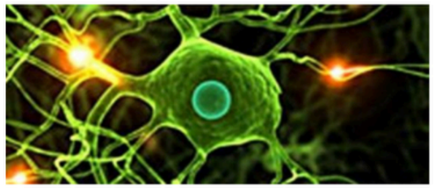


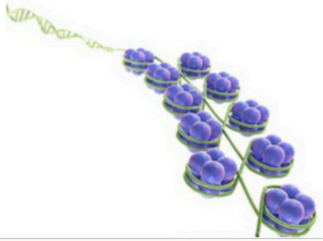
Простые белки:

1) **Альбумины** – растворимы в воде, не растворимы в конц. растворах солей. pI= 4,6-4,7. Существуют альбумины молока, яиц, сыворотки крови.

2) **Глобулины** - не растворимы в воде, растворимы в солевых растворах. Примером служат имунноглобулины.

3) **Гистоны** - растворимы в воде, в слабоконцентрированных кислотах. Обладают выраженными основными свойствами. Это ядерные белки, они связаны с ДНК и РНК.





4) **Склеропротеины** - белки опорных тканей (хрящей, костей), шерсти, волос. Не растворимы в воде, слабых кислотах и щелочах. Повышено содержание глу, ала, про.



- **коллагены** - фибрилярные белки соединительной ткани. При длительном кипячении они растворяются в воде и при застудневании образуется желатин.
- **эластины** - белки связок и сухожилий. По свойствам похожи на коллагены, но подвергаются гидролизу под действием ферментов пищеварительного сока;
- **кератин** - входит в состав волос, перьев, копыт;
- **фиброин** - белок шелка, в своем составе содержит много серина;

1) **Нуклеопротеины** - содержат нуклеиновые
кислоты. Наиболее изученными являются рибосомы, состоящие из нескольких молекул РНК и рибосомных белков, и хроматин - основной нуклеопротеид эукариотических клеток, состоящий из ДНК и структурообразующих белков - гистонов (содержатся в клеточном ядре и митохондриях).
2) **Гемопротеины** - небелковый компонент этих протеидов - гем, построен из четырех пиррольных колец, с ними связан ион двухвалентного железа (через атомы азота). К таким белкам относятся: гемоглобин, миоглобин, цитохромы. Этот класс белков еще называют хромопротеиды, поскольку гем является окрашенным соединением.
Гемоглобин - транспорт кислорода.
Миоглобин - запасание кислорода в мышцах. Цитохромы (ферменты) - катализ окислительно-восстановительных реакций и электронный транспорт в дыхательной цепи.

3) **Металлопротеины** - в состав простетической группы входят металлы.
Хлорофилл - содержит гем, но вместо железа - магний. Цитохром а содержит медь, сукцинатдегидрогеназа и др. ферменты содержат негеминовое железо (ферродоксин).
4) **Липопротеины** - содержат липиды, входят в состав клеточных мембран
5) **Фосфопротеины** - содержат остаток фосфорной кислоты
6) **Глюкопротеины** - содержат сахара