

Общая характеристика: белки, их состав и структура

Белки — ключевые биомолекулы, обеспечивающие жизненные процессы и структурную организацию живых клеток.



История и значение белков в науке

Термин «белки» введён в 1838 году Берцелиусом. В XX веке раскрыта аминокислотная природа и первая структура белка — инсулина, что подтвердило их фундаментальную роль в жизни.



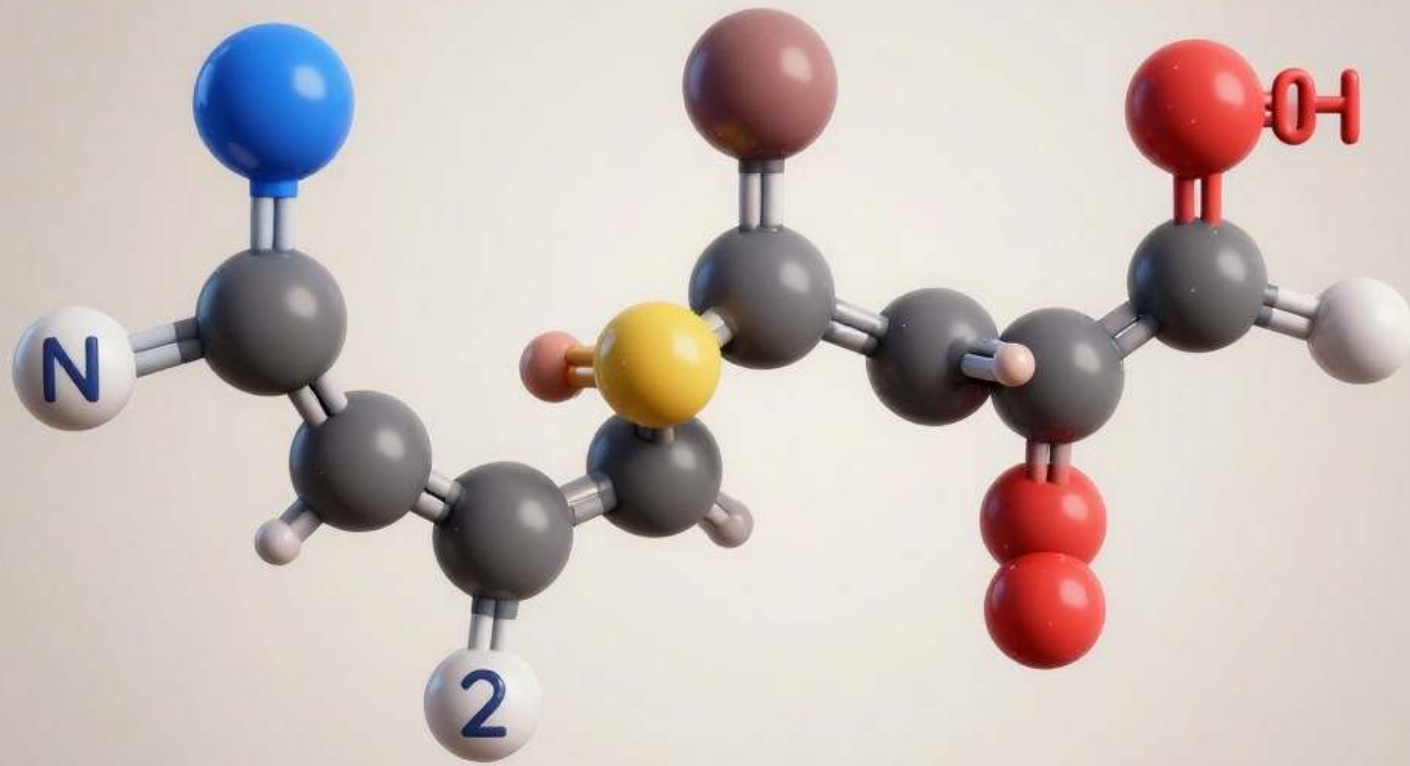
Азот составляет примерно шестнадцать процентов от состава белков, что подчёркивает их уникальный химический профиль и функцию в клетках.

16%

этот процент отражает важность азота в структуре белков.

Учебник биохимии, 2022

Аминокислоты — мономеры белков



Структура аминокислот

Каждая аминокислота содержит аминогруппу, карбоксильную группу и уникальный радикал, который придаёт ей химические свойства. Такая структура обеспечивает разнообразие функций белков.

Роль радикала в свойствах

Радикал определяет взаимодействия аминокислоты в полипептидной цепи, влияя на формирование трёхмерной структуры и биологическую активность белка.

Классификация аминокислот по радикалам

Название	Обозначение	Группа
Аспарагиновая	Asp	Кислая
Лизин	Lys	Основная
Аланин	Ala	Нейтральная
Фенилаланин	Phe	Незаменимая

ncbi.nlm.nih.gov

Аминокислоты делятся на кислые, основные и нейтральные, при этом 9 из 20 незаменимы для человека. Разнообразие радикалов обеспечивает функциональное разнообразие белков.

Разнообразие радикалов обуславливает уникальные структуры и функции белков.

Пептидная связь: механизм и свойства

Пептидная связь образуется реакцией конденсации между аминогруппой и карбоксильной группой соседних аминокислот с выделением воды.

1

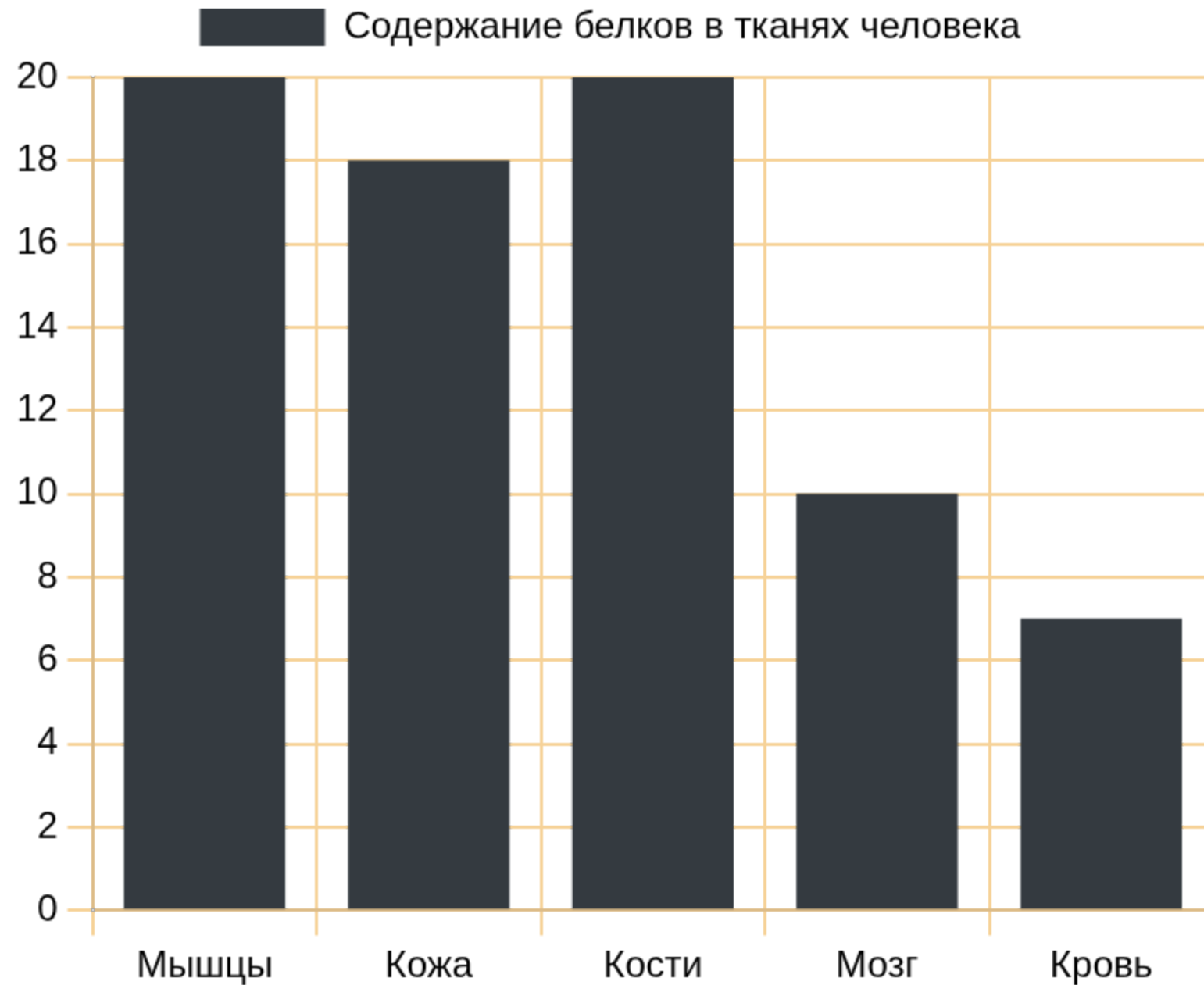
Эта связь обладает частично двойной природой, что придаёт ей жёсткость и специфическую плоскую геометрию в полипептидной цепи.

2

Жёсткость и планарность пептидной связи влияют на формирование вторичных структур белка, определяя его трёхмерную конфигурацию.

3

Распределение белков в тканях организма человека



Высокое содержание белков в костях и мышцах отражает их опорную и сократительную функции.

Различия в концентрации белка связаны с функциями и потребностями тканей в организме.

Анатомия человека, 2020

Первичная структура белка

1 Первичная структура — это последовательность аминокислот, определяемая генетическим кодом ДНК и задающая основу белковой функции.

2 Процесс начинается с N-конца и заканчивается C-концом полипептидной цепи, отражая направление синтеза белка.

3 Например, инсулин состоит из двух цепей: А с 21 аминокислотой и В с 30, соединённых дисульфидными связями.

4 Эта линейная последовательность служит основой для формирования более сложных уровней структуры белка.

Уровни структурной организации белков

Последовательная организация от первичной до четвертичной структур



Вторичная структура белка — альфа-спирали и бета-слои



Альфа-спираль — архитектура устойчивости

Альфа-спираль представляет собой компактную правозакрученную структуру, закреплённую регулярными водородными связями между аминокислотами через четыре позиции. Эта конфигурация придаёт белкам эластичность и прочность, заметную в кератине волос и ногтей.



Бета-слои — плоские и прочные полотна

Бета-слои формируются из цепочек, расположенных параллельно или антипараллельно, связанных водородными мостиками. Такая структура обеспечивает прочность и устойчивость, например, в составе шелка и некоторых ферментов.

Третичная структура: принципы стабилизации

Третичная структура белка формируется благодаря гидрофобным взаимодействиям, при которых гидрофобные радикалы стремятся скрыться от воды, обеспечивая компактность молекулы.

1

Ионные связи между заряженными радикалами стабилизируют пространственную форму, фиксируя участки полипептидной цепи в определённых положениях.

2

Дисульфидные мостики, образуемые между тиоловыми группами цистеинов, обеспечивают дополнительную прочность и устойчивость конфигурации белка.

3

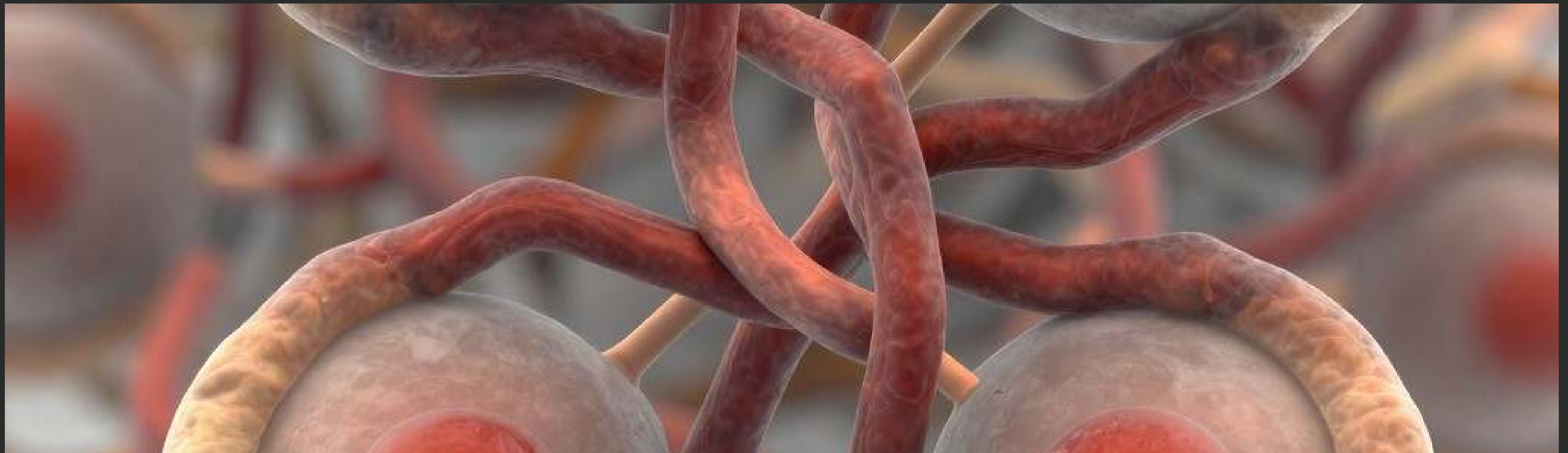
Водородные связи между радикалами разнообразных аминокислот поддерживают стабильность третичной структуры и влияют на биофизические свойства белка.

4

Четвертичная структура: пример — гемоглобин

Четвертичная структура белка возникает при объединении нескольких полипептидных цепей в функциональный комплекс, обеспечивающий специфические биологические функции.

Гемоглобин состоит из четырёх субъединиц — двух альфа-цепей и двух бета-цепей, каждая содержит гемовую группу, которая связывает кислород и обеспечивает его транспорт в организме.



Биологические функции белков в организме

1 Ферменты выполняют каталитическую функцию, ускоряя химические реакции без расхода, что обеспечивает эффективное течение метаболизма.

2 Транспортные белки, такие как гемоглобин, обеспечивают перенос кислорода, а альбумины участвуют в переносе различных молекул в крови.

3 Структурные белки формируют каркас тканей и органов, например, коллаген обеспечивает прочность соединительных тканей, а кератин — защиту эпителия.

4 Белки иммунной системы защищают организм от чужеродных агентов, а сигнальные белки, включая гормоны, регулируют физиологические процессы.

Различия между простыми и сложными белками

Тип белка	Состав	Примеры	Биологическая роль
Простые	Только аминокислоты	Альбумины, глобулины	Структурная и регуляторная функции
Сложные	Аминокислоты + небелковый компонент	Гемоглобин (железо), липопротеиды (липиды)	Перенос веществ, энергетическая функция

Таблица представляет основные типы белков, их состав, примеры и биологическую роль для понимания различий между простыми и сложными белками.

Сложные белки имеют дополнительные компоненты, что расширяет их функциональные возможности по сравнению с простыми белками.

Денатурация и ренатурация белков: примеры и значение

Денатурация — процесс разрушения третичной и четвертичной структуры белка под действием нагрева, экстремальных pH и химических воздействий, приводящий к утрате биологической функции.

1

Ренатурация — частичное или полное восстановление исходной структуры и функции белка после устранения денатурирующего воздействия, происходит не всегда и зависит от условий.

2

Пример: варка яйца вызывает необратимую денатурацию белков, что проявляется в изменении их структуры и физико-химических свойствах.

3

Методы анализа структуры белков



Рентгеноструктурный анализ

Этот метод позволяет определять трёхмерную атомную структуру белков, получая точные сведения об их пространственной конфигурации благодаря дифракции рентгеновских лучей на кристаллах.



ЯМР-спектроскопия

Ядерный магнитный резонанс используется для изучения структуры белков в растворах, раскрывая информацию о динамике и взаимодействиях молекул в естественных условиях.



Масс-спектрометрия

Этот метод позволяет определить последовательность аминокислот в белке путём анализа массы ионных фрагментов, что критично для идентификации и характеристики белков.

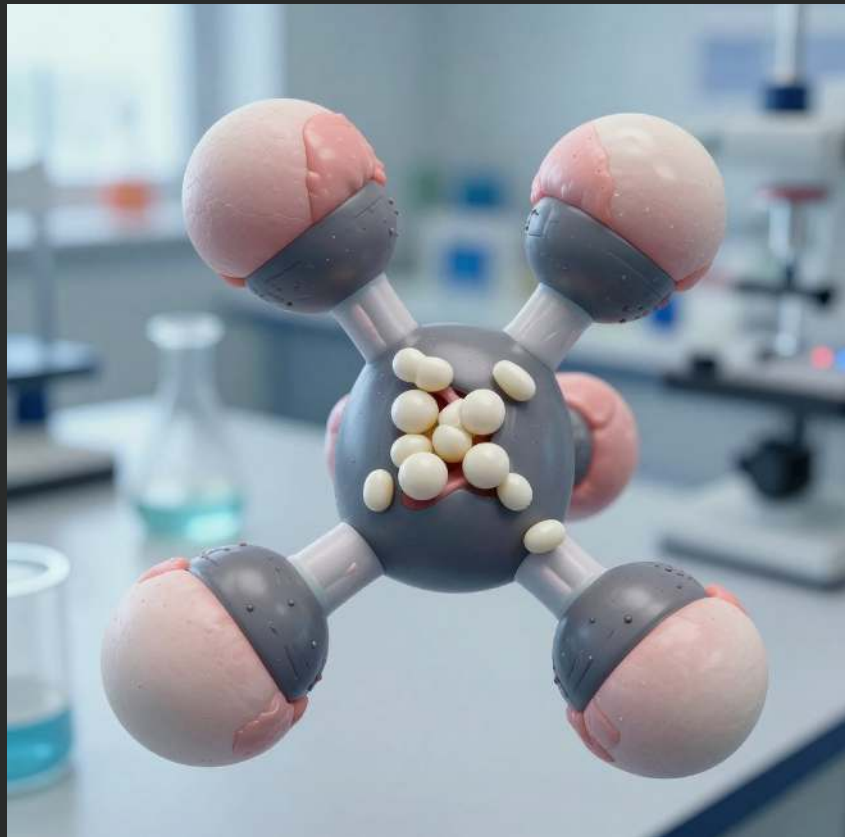
Генетический контроль синтеза белка

Ген в ДНК содержит закодированную последовательность аминокислот, что обеспечивает точность синтеза белков в соответствии с генетической информацией.

Транскрипция — процесс создания мРНК на основе ДНК, затем мРНК используется рибосомами для сборки полипептидных цепей во время трансляции.

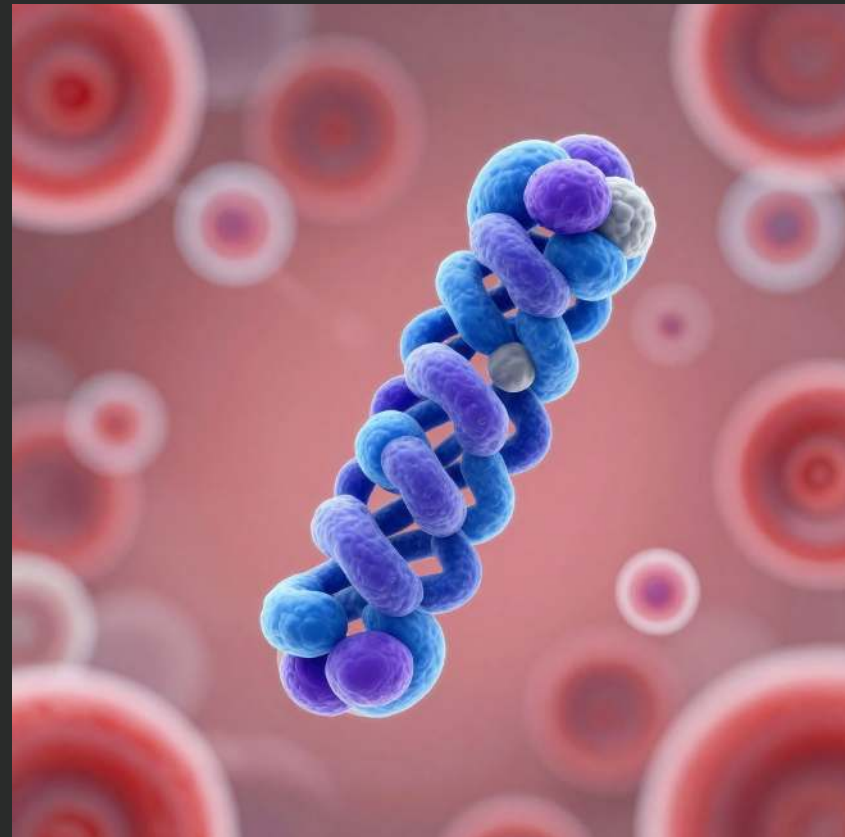
Генетические мутации могут изменять аминокислотную последовательность, вызывая нарушения структуры и функционала белков, что сказывается на здоровье организма.

Примеры биологически значимых белков



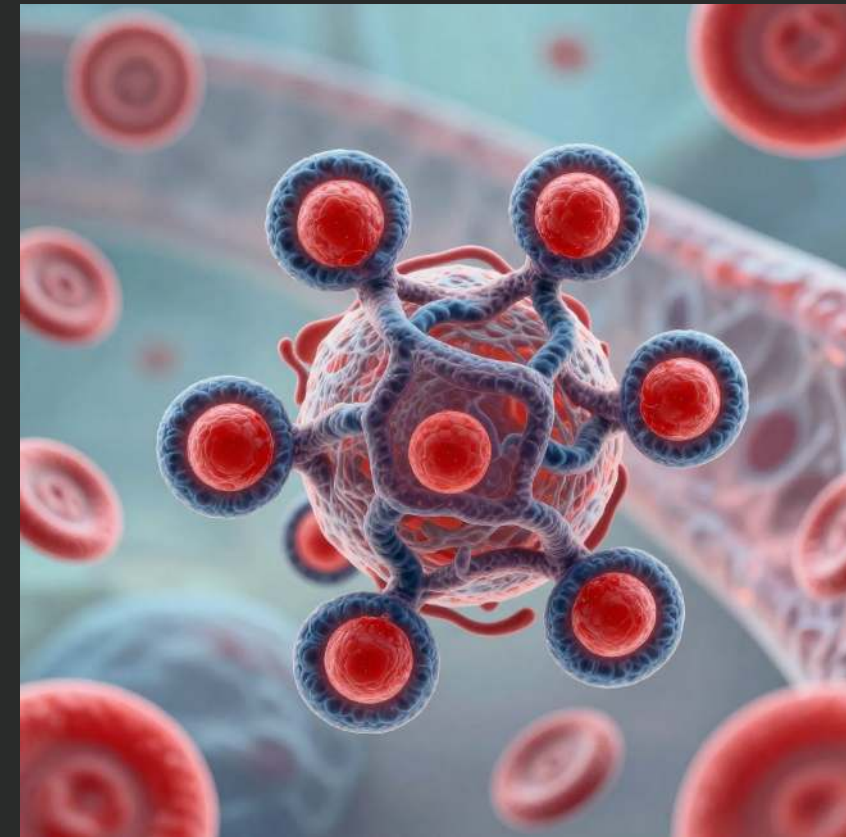
Фермент амилаза

Амилаза катализирует разложение крахмала на глюкозу, способствуя усвоению углеводов организмом и обеспечивая энергетические потребности клеток.



Гормон инсулин

Инсулин регулирует уровень глюкозы в крови, стимулируя её усвоение клетками и поддерживая баланс энергетического обмена в организме.



Гемоглобин

Гемоглобин переносит кислород от лёгких к тканям, обеспечивая дыхательные процессы и поддержание жизнедеятельности клеток благодаря кооперативному связыванию кислорода.



Иммуноглобулины

Иммуноглобулины — белки иммунной системы, которые распознают и нейтрализуют чужеродные элементы, защищая организм от инфекций и болезней.

Нарушения структуры белков и связанные заболевания



Изменения структуры белков вызывают серьёзные заболевания с разной степенью распространенности и тяжестью симптомов.

Чёткая связь между аномалиями белков и патологиями подчёркивает необходимость исследования структуры для диагностики и терапии.

Биохимический журнал, 2023

Ключевая роль структуры белков В ЖИЗНИ

Точные знания о структуре и функции белков служат фундаментом для медицины и биотехнологий, открывая пути к лечению заболеваний и созданию инновационных технологий.