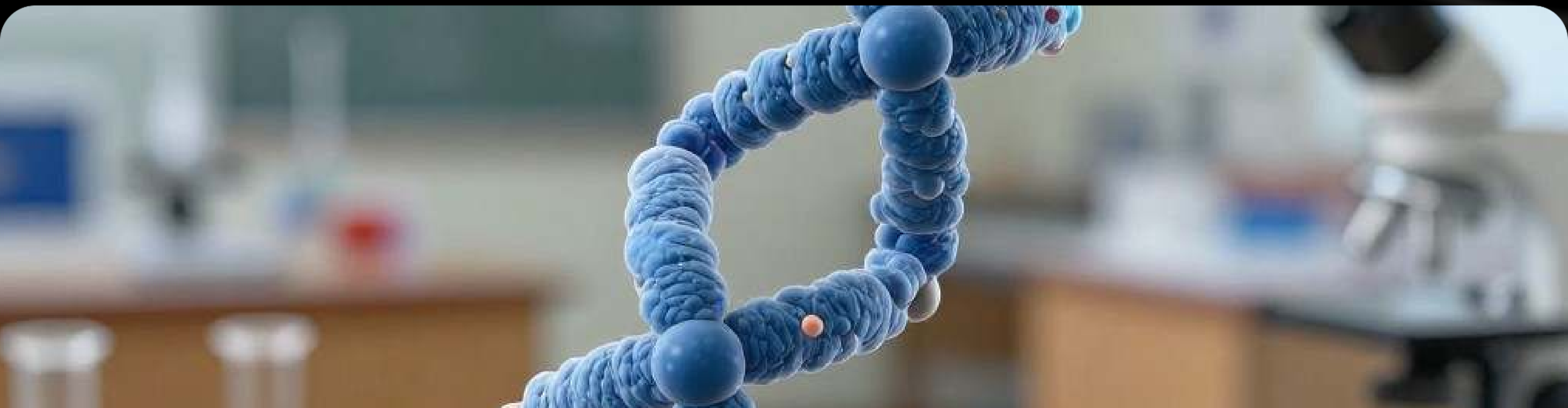
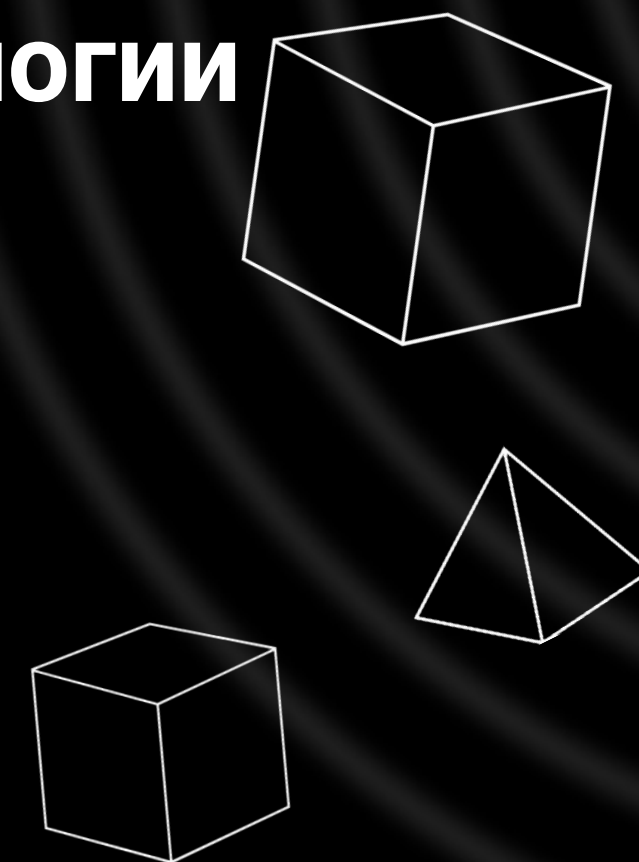


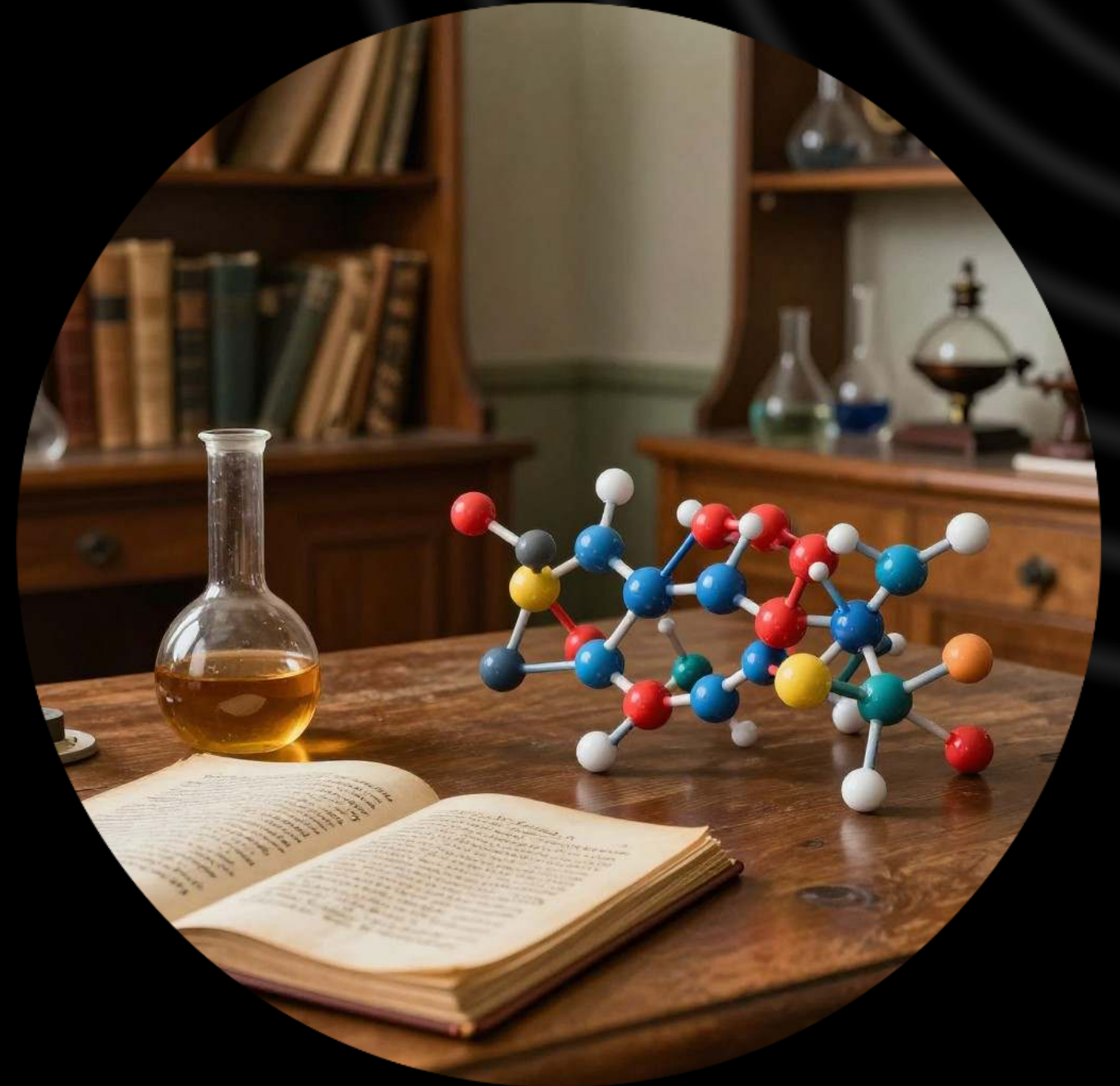
Белки: ключевые темы и центральная роль в биологии

Белки — незаменимые молекулы, обеспечивающие функции и структуру живых клеток.



Путь изучения белков: от первых открытий к современным технологиям

Термин «protein» введён в XIX веке, а методы изучения белков развивались вместе с молекулярной биологией и биотехнологией, раскрывая их сложную структуру и функции.



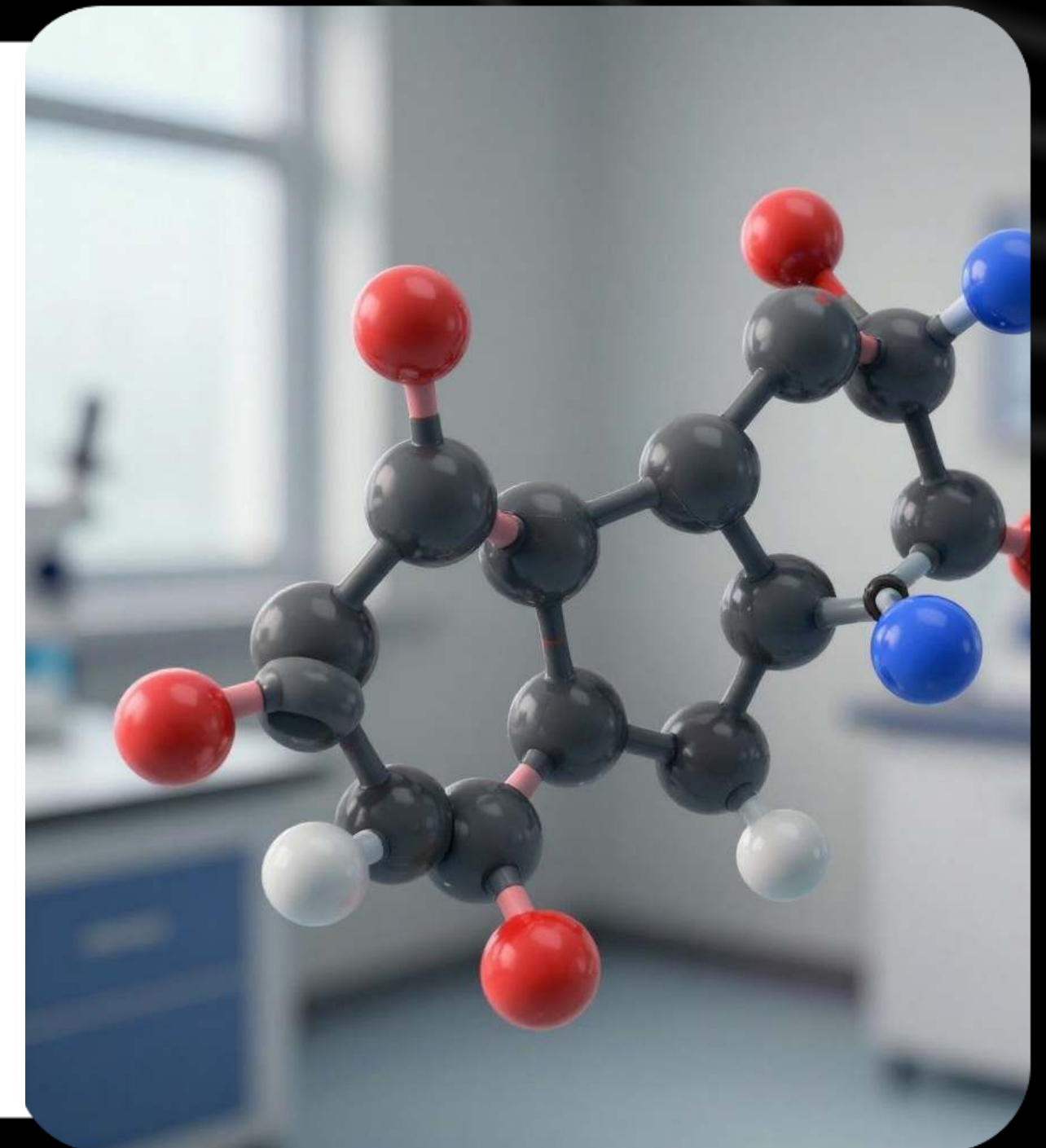
Химический состав белков и их структурная основа

Химический состав

Белки состоят из углерода, водорода, кислорода и азота с преобладанием углерода (50-55%). Сера и фосфор входят в состав некоторых белков в малых дозах.

Структурная формула

Структура белка представлена линейной цепью аминокислот, связанных пептидными связями, что образует основу их функциональных и структурных свойств.



Аминокислоты — базовые единицы белковой молекулы

1

В состав белков входят 20 стандартных аминокислот, каждая содержит аминогруппу, карбоксильную группу и уникальный радикал, определяющий её свойства.

2

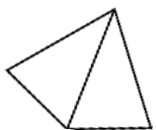
Аминокислоты соединяются пептидными связями, формируя специфические последовательности, которые определяют уникальность каждого белка.

3

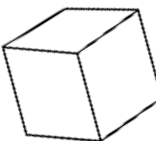
Разнообразие радикалов обеспечивает разнообразные химические взаимодействия и функции белков в организме.

Классификация аминокислот по свойствам радикалов

Группа	Примеры
Гидрофильные	Серин, Аспарагиновая кислота
Гидрофобные	Лейцин, Валин
Кислые	Глутаминовая кислота, Аспарагиновая кислота
Основные	Лизин, Аргинин
Нейтральные	Глицин



Разделение аминокислот на группы отражает их химические и физические характеристики, влияющие на поведение белка.



Радикалы аминокислот определяют заряд, растворимость и структурные свойства белка.

Пептидное соединение: залог полипептидной цепи

1

Образование пептидной связи происходит между аминогруппой одной и карбоксильной группой другой аминокислоты с выделением воды.

2

Полипептидная цепь формируется за счёт последовательности аминокислот, строго определяемой генетическим кодом.

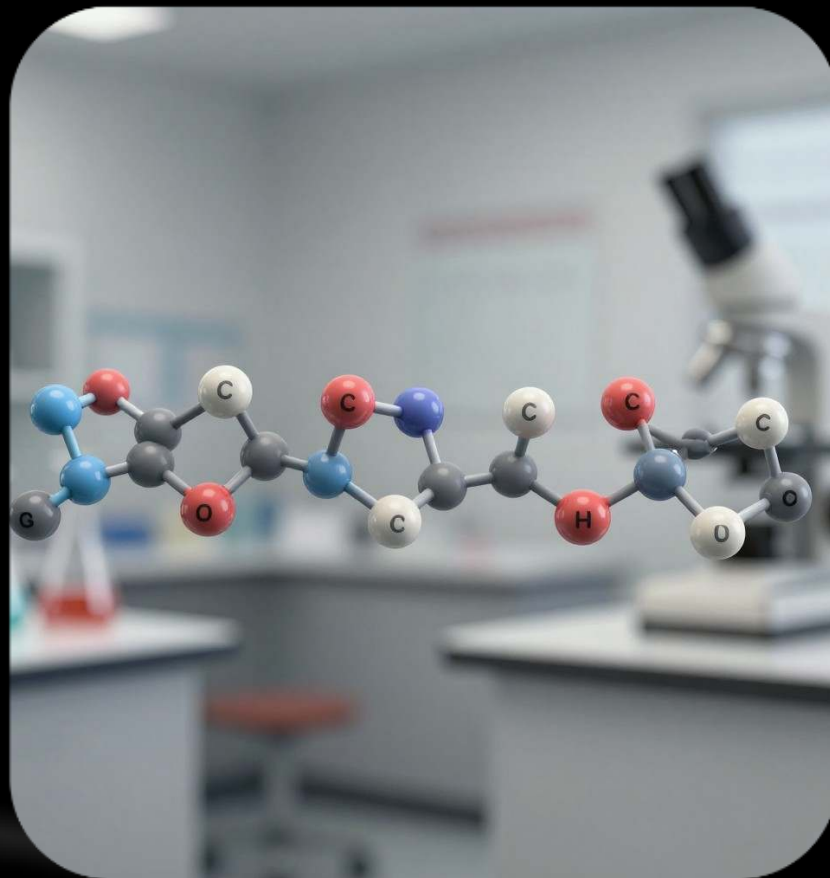
3

Структура цепи определяет уникальные физические и биохимические свойства каждого белка.

4

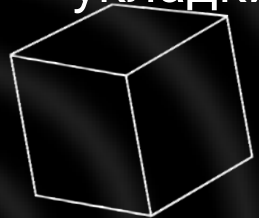
Изменения в последовательности могут радикально повлиять на функцию и стабильность белка.

Многоуровневая организация белков: от простого к сложному



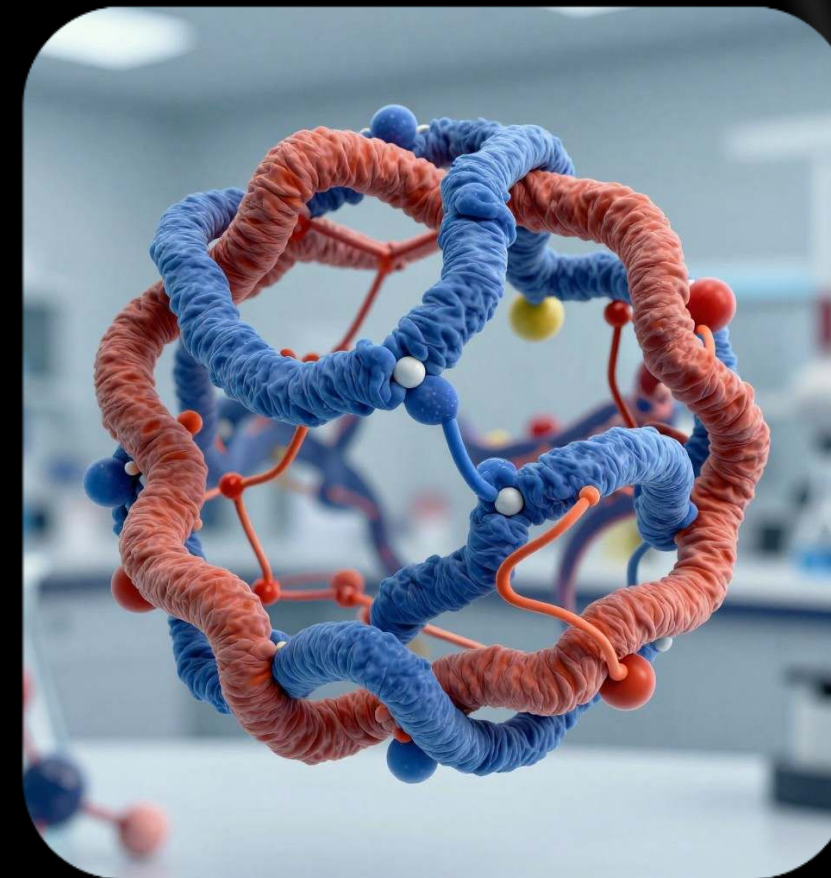
Первичная структура

Линейная последовательность аминокислот, связанная пептидными связями, формирует основу белковой молекулы и задаёт направление её дальнейшей укладки.



Вторичная структура

Упорядоченные участки полипептидов образуют альфа-спирали и бета-слои благодаря водородным связям, придавая белку локальную стабильность.



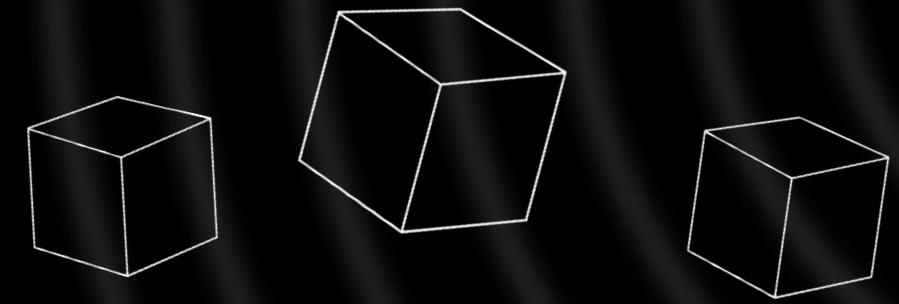
Третичная структура

Трёхмерное пространственное расположение всей полипептидной цепи определяет функциональные особенности белка и его взаимодействие с другими молекулами.

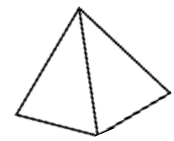


Четвертичная структура

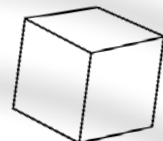
Объединение нескольких полипептидных цепей в сложный комплекс обеспечивает функциональное взаимодействие и координацию.



Распределение белков по структурам и функциям в организме человека

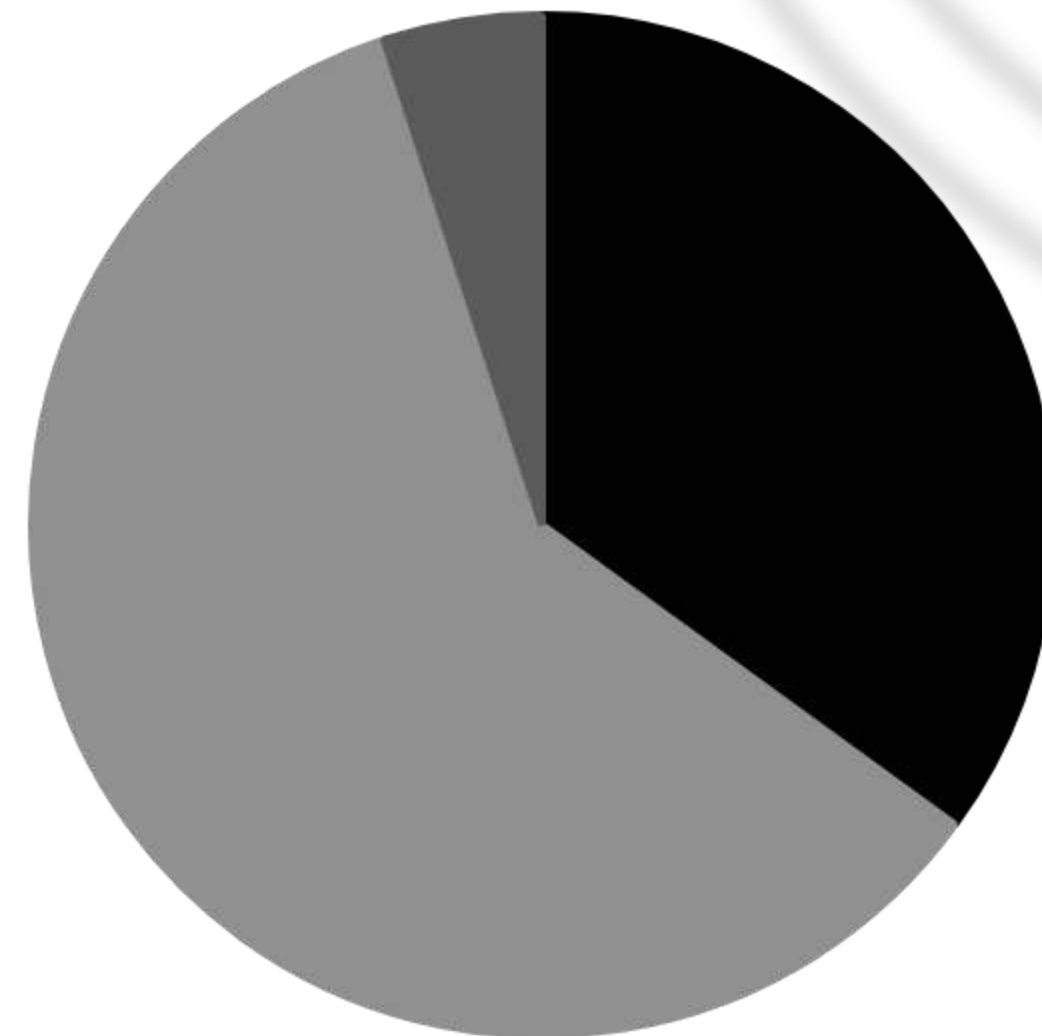


Глобулярные белки преобладают ввиду своих разнообразных функций: ферменты, антитела, транспорт и регуляция.



Структурные особенности белков напрямую связаны с их ролями в поддержании жизнедеятельности клеток и тканей.

■ Фибриллярные ■ Глобулярные ■ Мембранные





1

**это порождённое одной аминокислотой
изменение может вызвать серьёзные
нарушения в функции белка.**

Замена одного аминокислотного остатка, как в серповидно-клеточной анемии, приводит к выраженным физиологическим последствиям.

Биохимия человека, 2018

Вторичная структура: альфа-спирали и бета-слои в белках



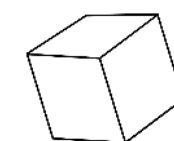
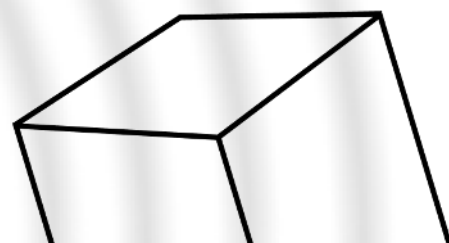
Альфа-спираль и её роль

Альфа-спираль, стабилизированная водородными связями, характерна для кератиновых белков, придавая волосам и ногтям прочность и эластичность.



Бета-структура и её свойства

Бета-слои образуются плоскими листами, характерны для структурных белков, таких как шёлк, обеспечивая высокую механическую стабильность.



Третичная структура и пространственная укладка

1

Третичная структура формируется благодаря взаимодействиям между боковыми цепями аминокислот, включая гидрофобные связи, ионные взаимодействия и дисульфидные мостики, стабилизирующие трёхмерную конформацию белка.

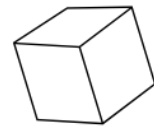
2

Пространственная укладка определяет биологическую активность белка, как у миоглобина, который благодаря сложной укладке эффективно связывает и переносит кислород в тканях.

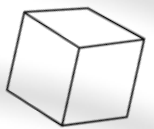
3

Нарушения правильной укладки белков могут приводить к патологическим состояниям, например, болезни Альцгеймера и прионовые инфекции связаны с агрегацией неправильно свернутых белков.

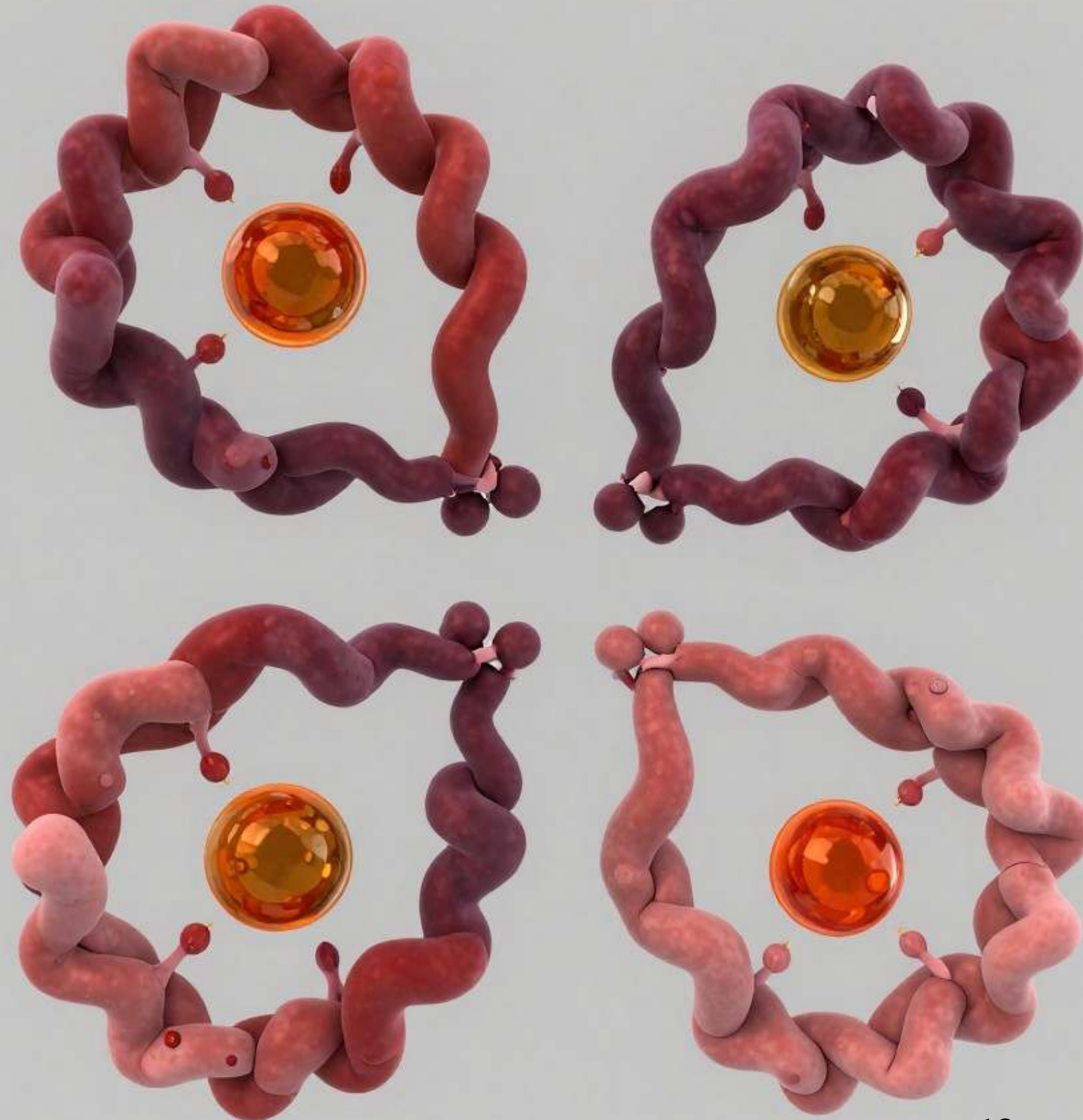
Четвертичная структура белков: пример гемоглобина



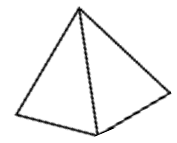
Четвертичная структура объединяет несколько полипептидных цепей в функциональный комплекс, образуя стабильную и активную форму белка, как у гемоглобина, состоящего из четырёх субъединиц.



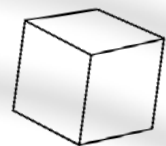
Каждая субъединица содержит гем-группу с ионом железа, что позволяет гемоглобину эффективно транспортировать кислород в эритроцитах и обеспечивать газообмен во всём организме.



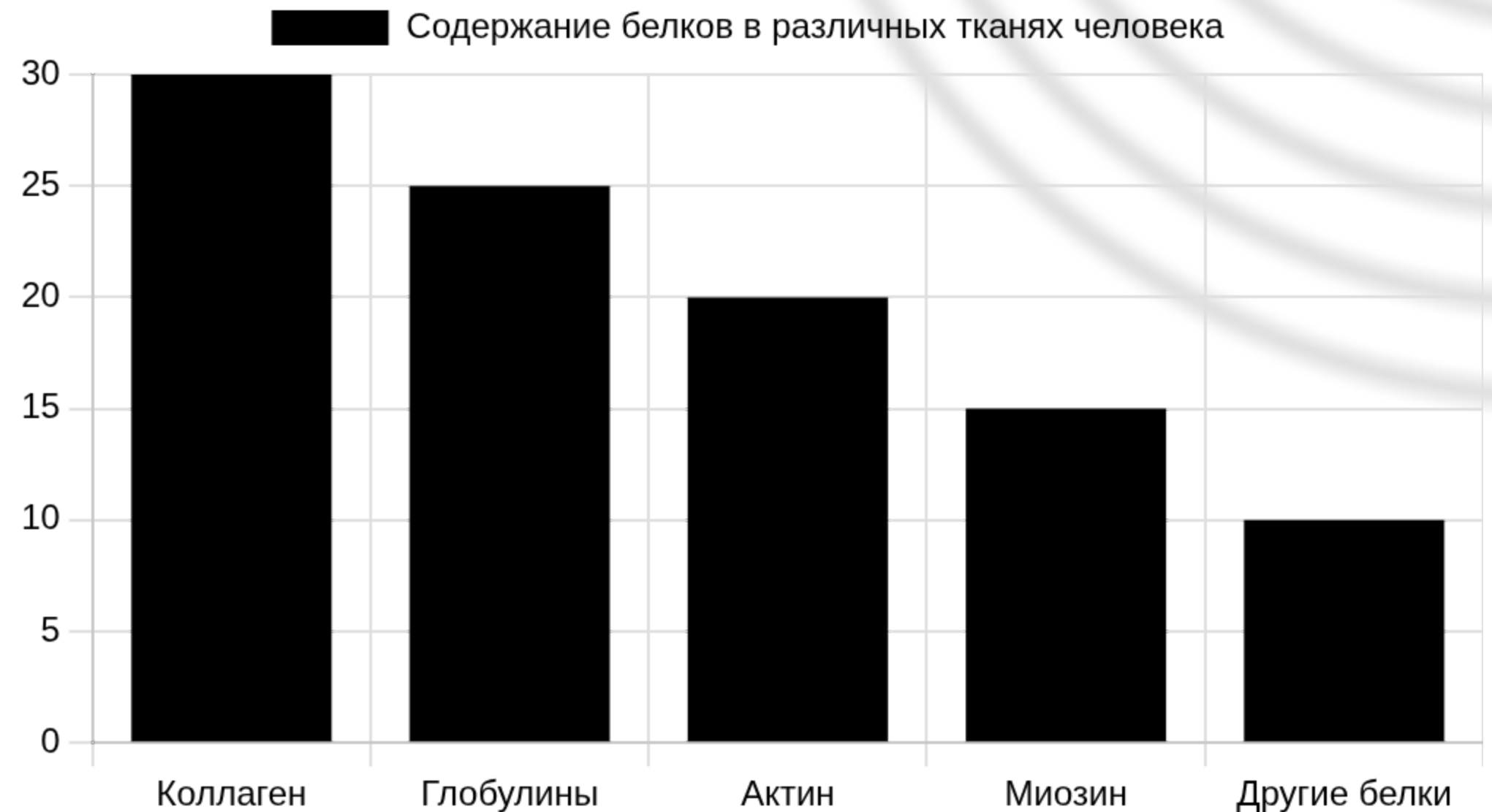
Сравнение количеств разных белков в тканях человека



Структурные белки составляют значительную часть тканей, обеспечивая прочность и поддержку, в то время как функциональные белки преимущественно участвуют в динамических процессах.



Распределение белков по тканям отражает их специализированные функции и важность для целостности и жизнедеятельности организма.



Свойства белков: растворимость и денатурация

1

Альбумины и глобулины характеризуются растворимостью в воде, что позволяет им эффективно выполнять транспортные и защитные функции в организме.

2

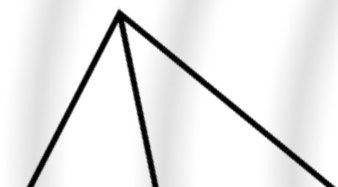
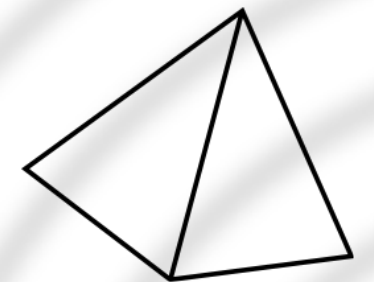
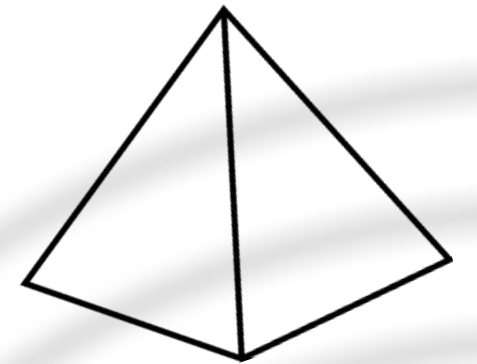
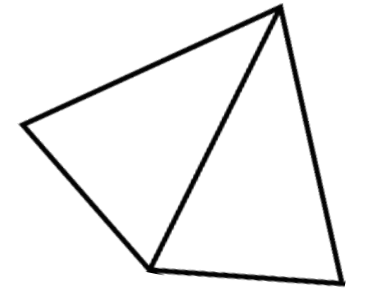
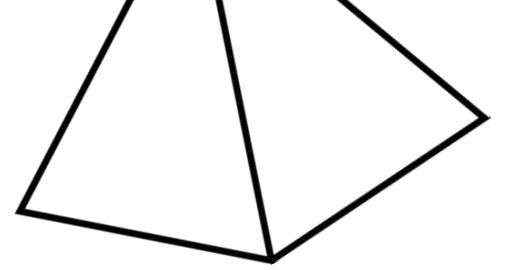
Фибриллярные белки, например коллаген и кератин, практически нерастворимы, обеспечивая прочность и устойчивость тканей к механическим нагрузкам.

3

Денатурация белков происходит под воздействием высоких температур, химических веществ и тяжёлых металлов, разрушая трёхмерную структуру белка и утрачивая его функциональность.

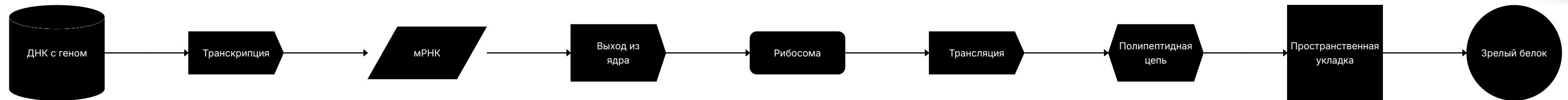
4

Обратимость процесса денатурации зависит от характера воздействия и белка: некоторые белки могут частично восстанавливаться, другие — необратимо теряют активность.



Процесс синтеза белка в клетке

Генетический поток информации от ДНК к функциональному белку



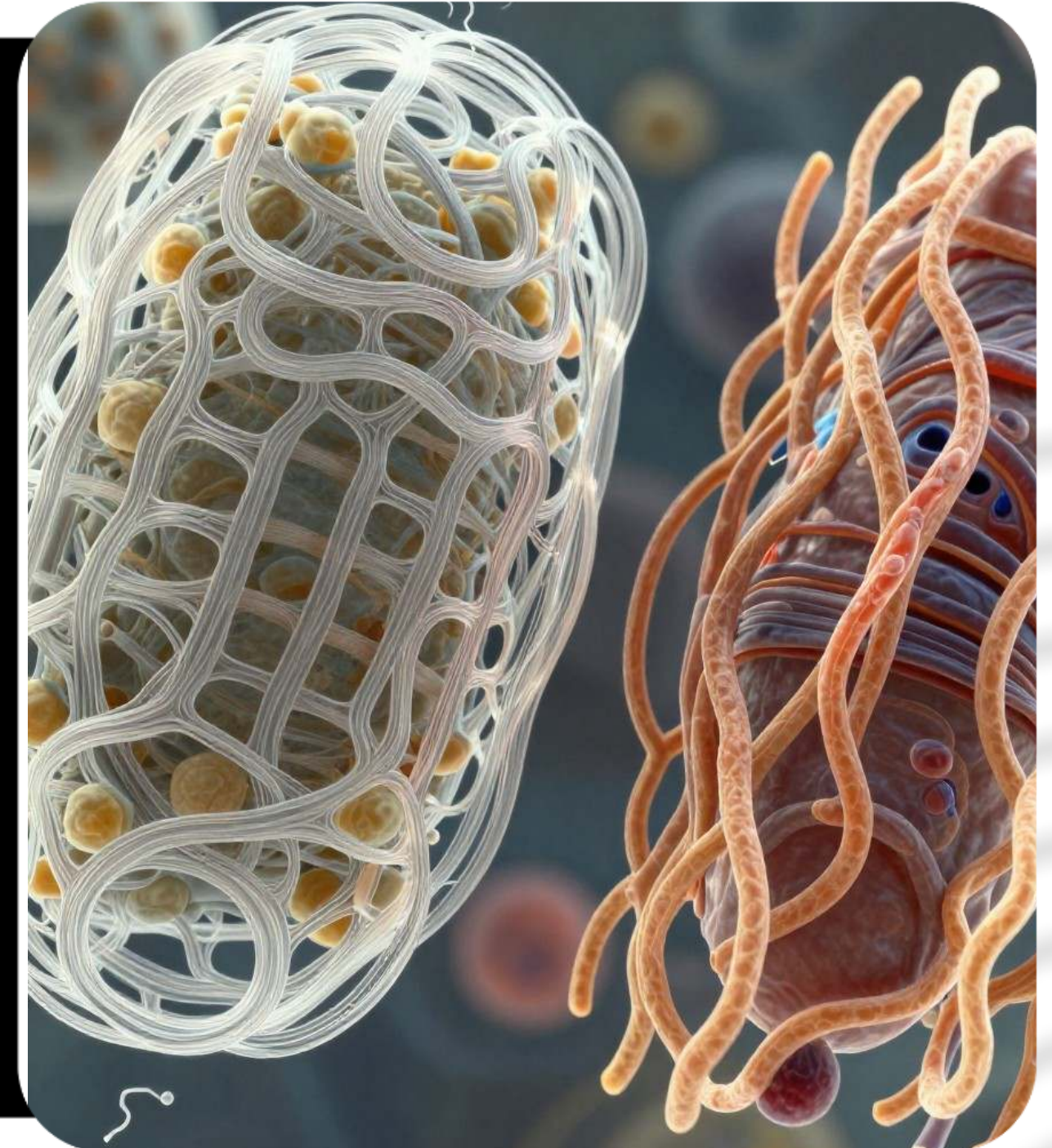
Биологические функции белков

Строительная и моторная функции белков

Белки, такие как коллаген и кератин, формируют прочную структуру тканей, обеспечивая поддержку и защиту. Моторные белки, например актин и миозин, отвечают за движение и сокращение мышц.

Катализ и регуляция биологических процессов

Ферменты ускоряют биохимические реакции, а регуляторные белки, включая гормоны и факторы транскрипции, контролируют множество процессов, поддерживая гомеостаз организма.



Сравнение свойств структурных и функциональных белков

Параметр	Структурные белки	Функциональные белки
Растворимость	Низкая	Высокая
Устойчивость к денатурации	Высокая	Низкая
Основные функции	Поддержка формы и прочности	Катализ и регуляция

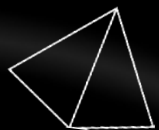
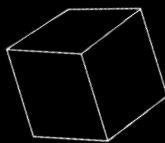


Таблица иллюстрирует различия между белковыми типами по важным характеристикам и функциям.



Структурные белки отличаются прочностью и устойчивостью, тогда как функциональные белки специализированы на динамических процессах, что отражается в их физико-химических свойствах.

Взаимосвязь структуры и функций белков

1

Трёхмерная организация белка определяет его способность взаимодействовать с другими молекулами и исполнять функции, от которых зависит жизнедеятельность клетки и организма.

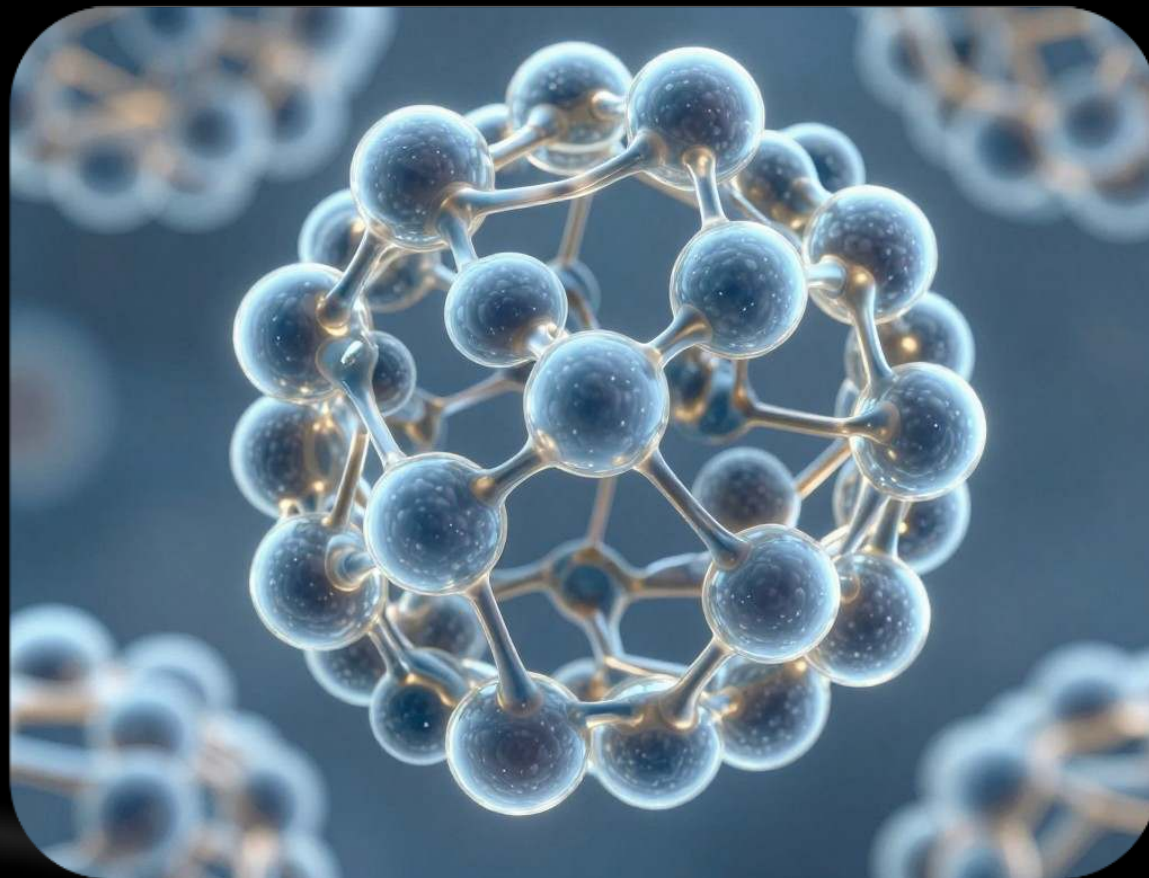
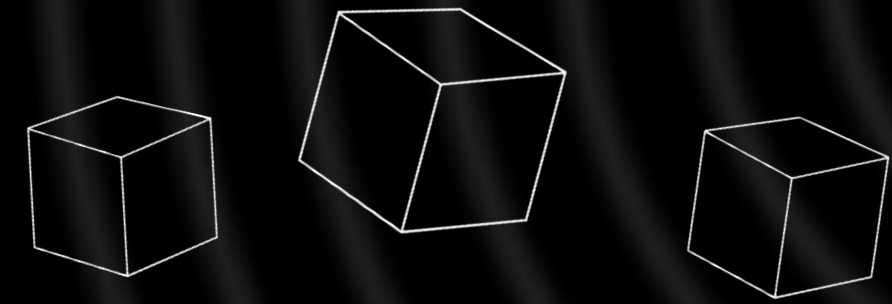
2

Мутации и посттрансляционные модификации могут изменить конфигурацию белка, нередко приводя к нарушению его активности и возникновению заболеваний.

3

Наследственные болезни, такие как патологии коллагена, иллюстрируют, как изменения в структуре белков влияют на здоровье и устойчивость тканей организма.

Современные методы исследования белковой структуры



Рентгеноструктурный анализ: детальный взгляд на атомы

Рентгеновская дифракция даёт возможность изучить точное расположение атомов в кристаллизованных белках, раскрывая сложные трёхмерные структуры и взаимодействия молекул.



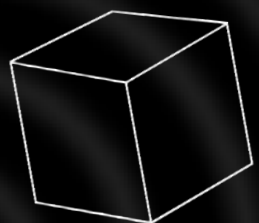
ЯМР-спектроскопия для растворимых белков

Метод ядерного магнитного резонанса позволяет анализировать структуру белков в растворе, обеспечивая понимание динамики и функциональной конформации при физиологических условиях.



Крио-ЭМИ: визуализация крупных комплексов

Криоэлектронная микроскопия даёт возможность получать изображения больших белковых комплексов вблизи нативного состояния при очень низких температурах, расширяя горизонты молекулярной биологии.



Белки — фундамент жизни и науки

Изучение белков раскрывает секреты клеточных процессов и открывает новые пути в медицине, биотехнологии и генной инженерии, незаменимо для прогресса современной биологии.

