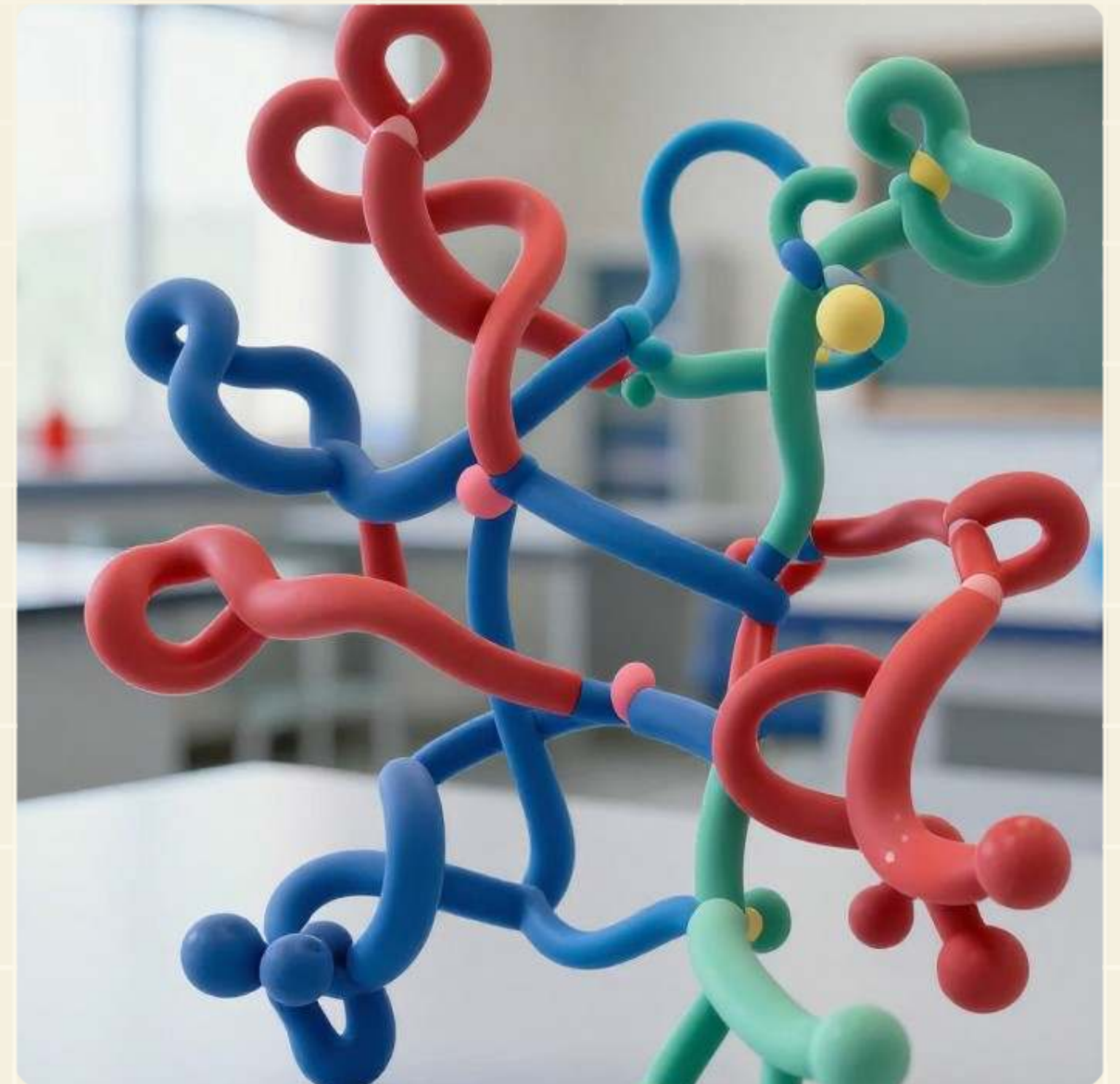




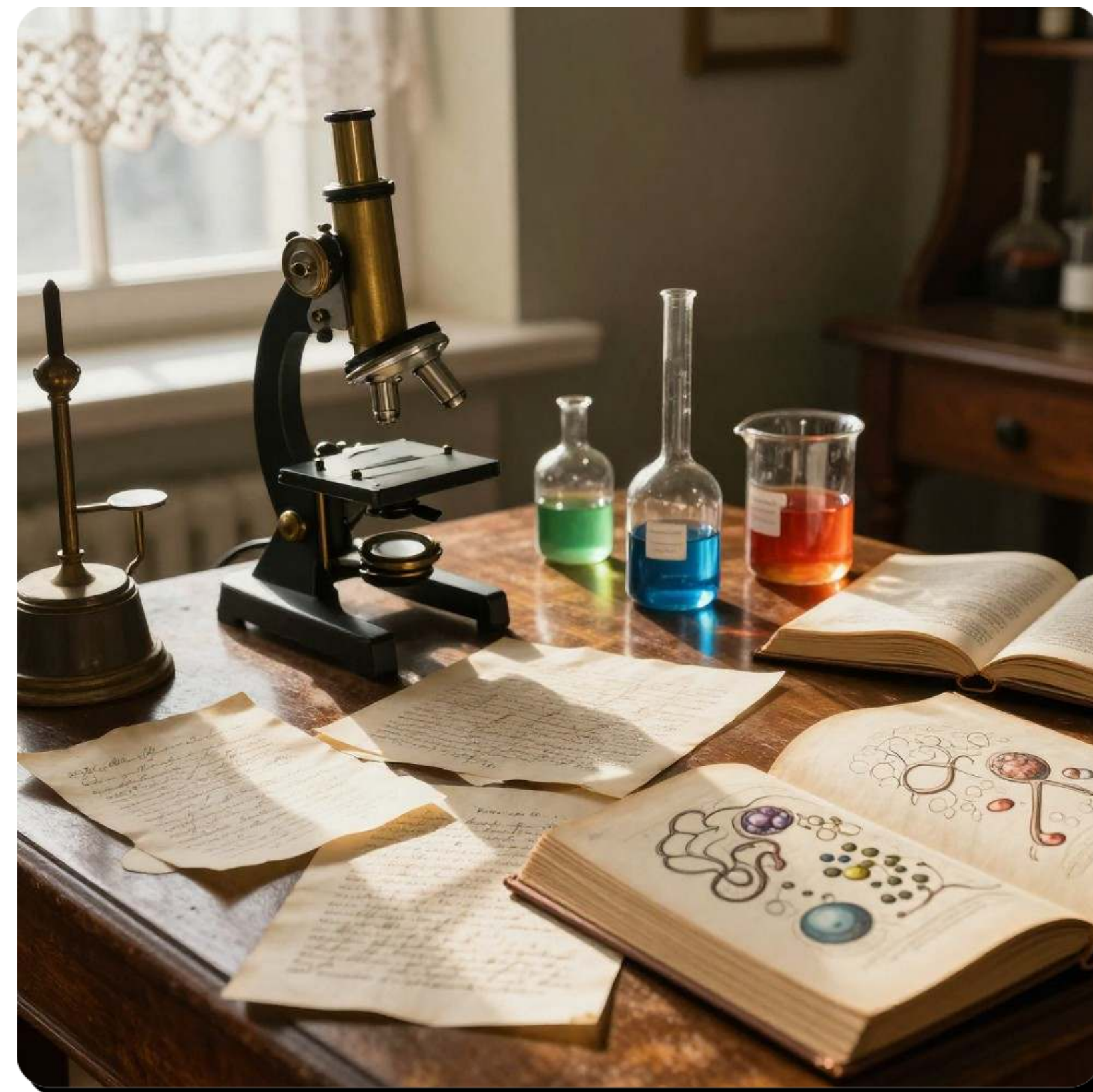
Введение в биологические полимеры: белки и их значение

Белки — фундаментальные макромолекулы, обеспечивающие жизнедеятельность всех организмов.

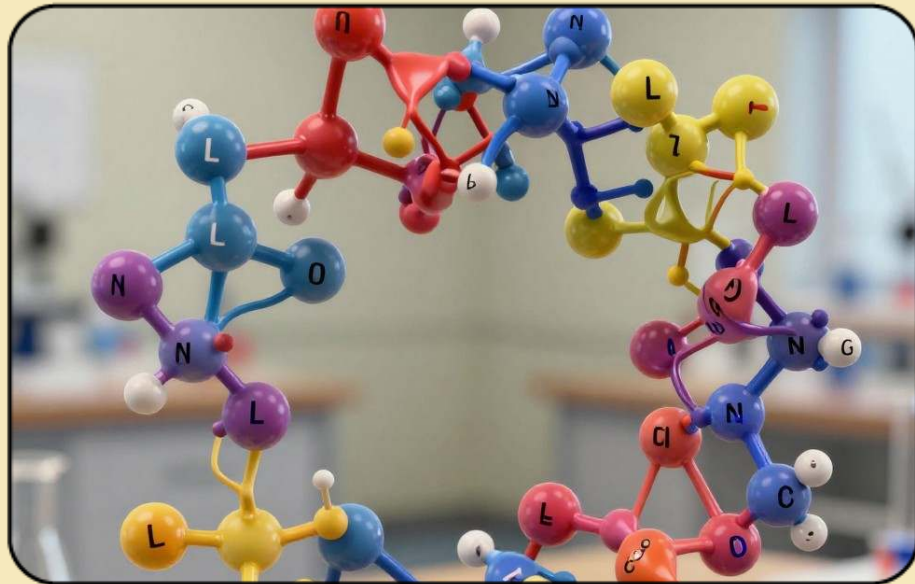


Исторические открытия и роль белков в живом мире

Белки — основа клеток, составляющая до 80% их сухой массы. Их изучение началось с выделения Й. Мюльдером в 1838 году и название предложил Ю. Берцелиус. Работы Фишера, Полинга и Сенгера раскрыли структуру и функции белков, заложив основы молекулярной биологии.



Химический состав и свойства белков



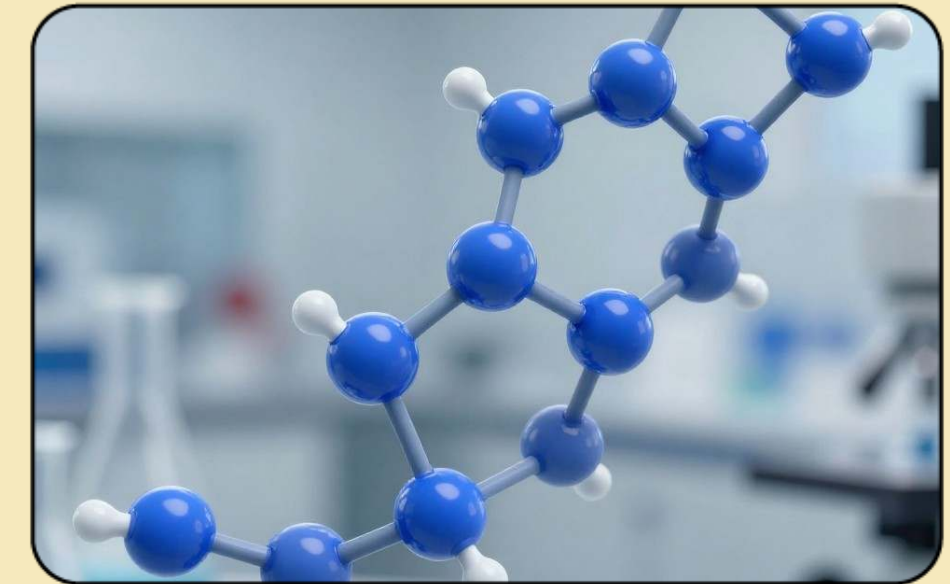
Структурная основа белков

Белки состоят из 20 стандартных L-аминокислот, включающих углерод, водород, кислород, азот, а также серу и фосфор. Их молекулярная масса варьируется от 10 тысяч до миллиона дальтон.



Уникальные функции белков

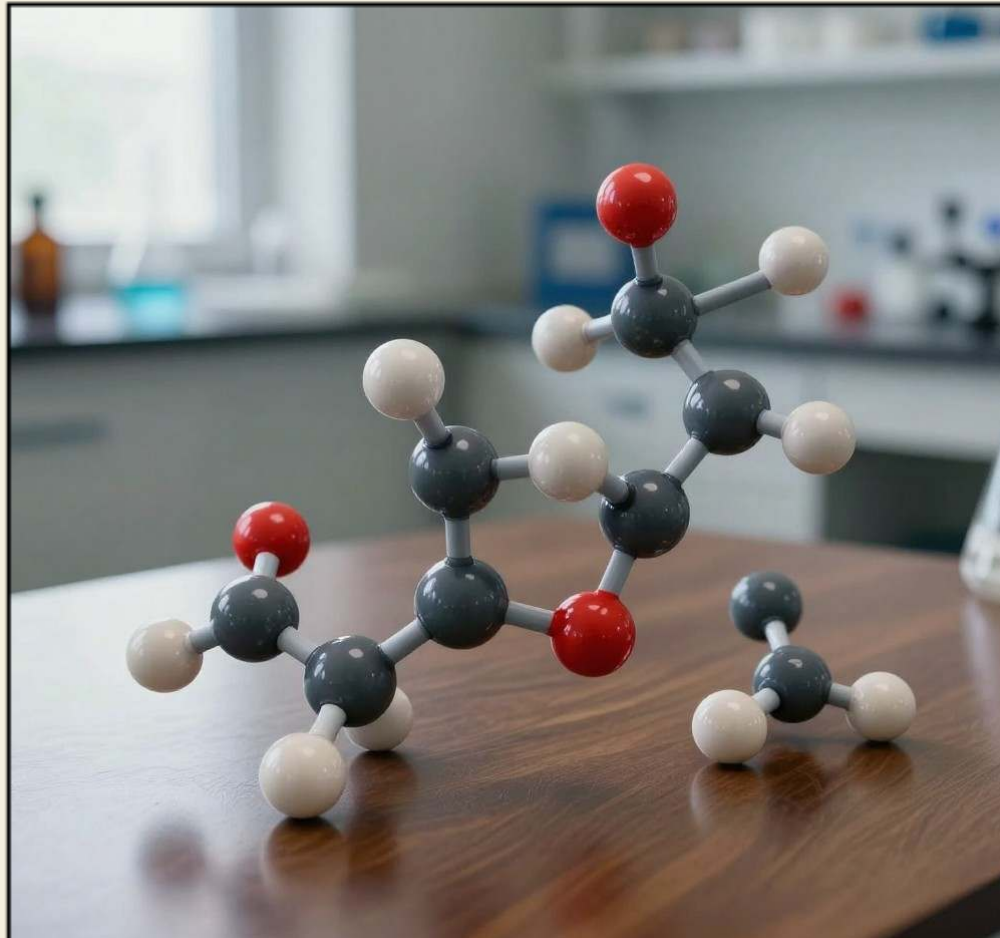
Белки выполняют многообразные роли: структурные, катализаторские, транспортные, защитные и регуляторные функции отличают их от других биополимеров, делая жизненно важными для организма.



Азот как отличительный элемент

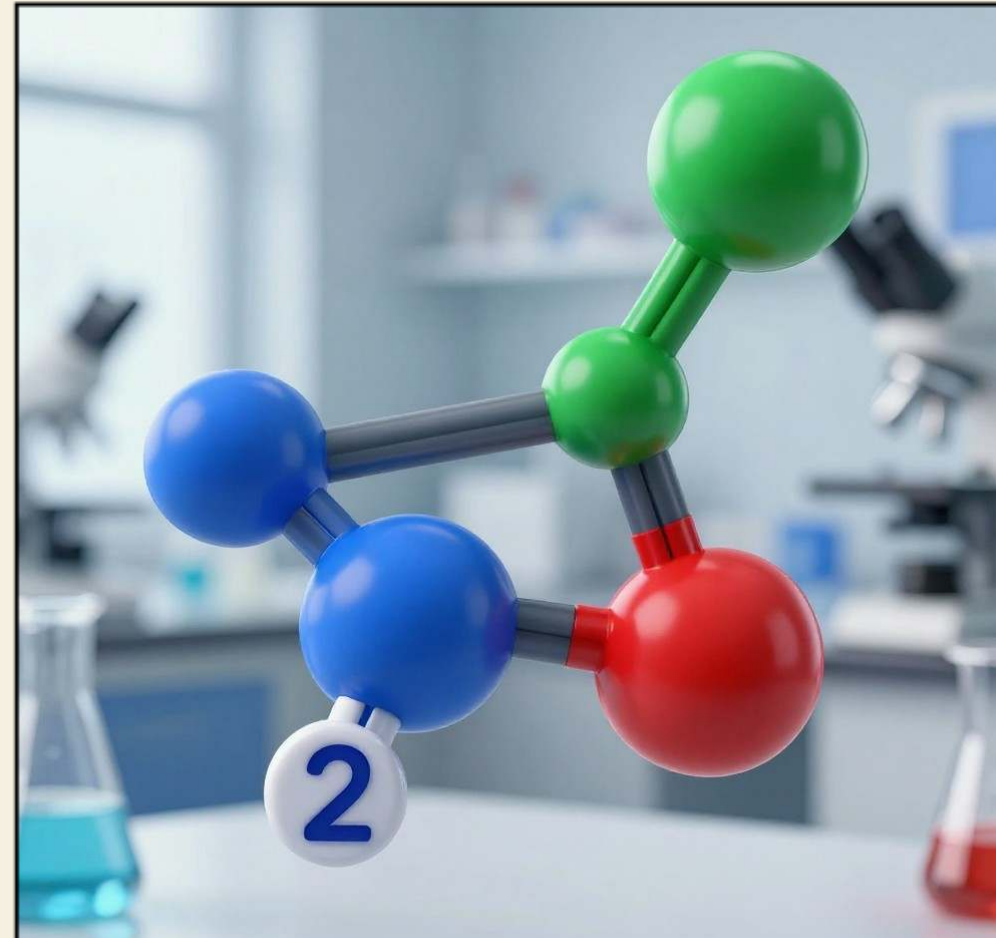
Содержание азота в белках достигает 15–18%, что является характерной чертой, отличающей их от углеводов и липидов, влияя на биохимические свойства и функции молекул.

Аминокислоты — фундамент белковых молекул



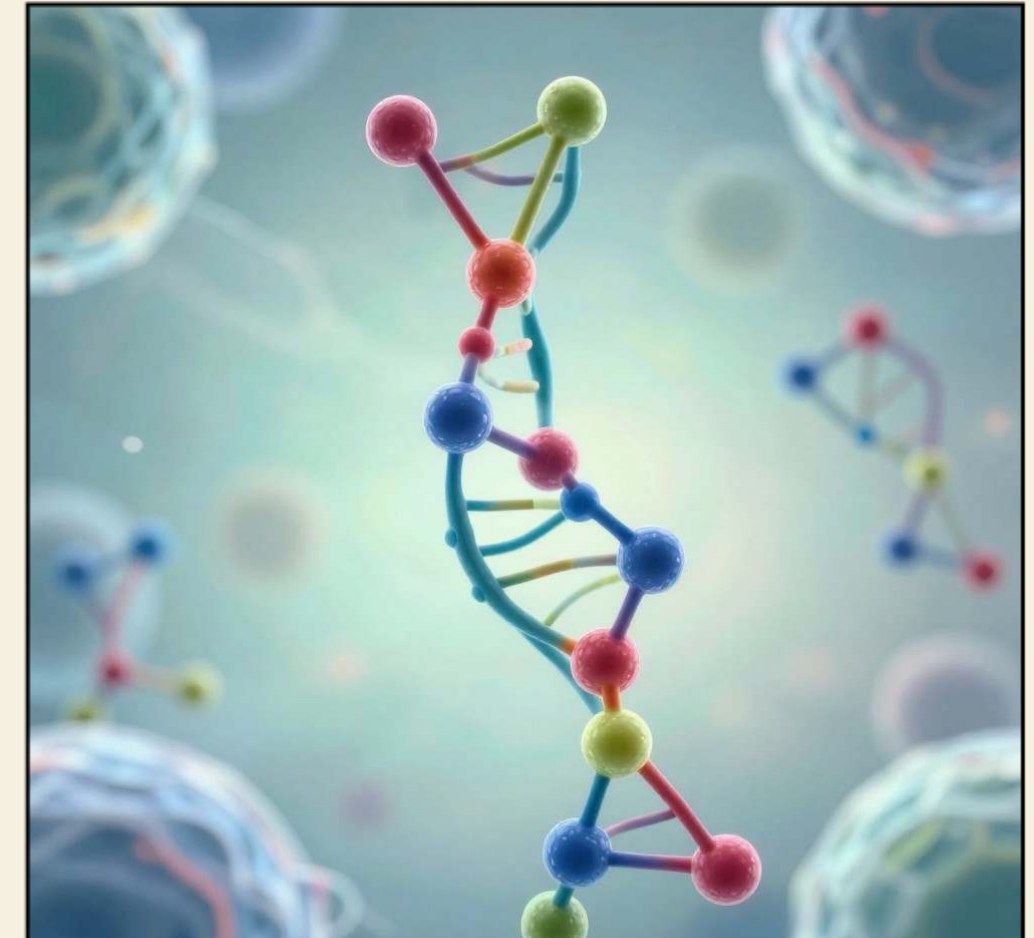
Классификация аминокислот

Среди 20 стандартных аминокислот выделяют незаменимые, которые организм не синтезирует, и заменимые, которые производятся внутри. Эта классификация важна для здорового питания и обмена веществ.



Структурные компоненты аминокислот

Каждая аминокислота обладает аминогруппой, карбоксильной группой и радикалом — уникальным боковым цепочкам, определяющим её химические и физические свойства.



Влияние последовательности на функцию

Порядок аминокислот в белковой цепи формирует структуру и определяет специфические функции белка, обеспечивая его биологическую активность и взаимодействие с другими молекулами.

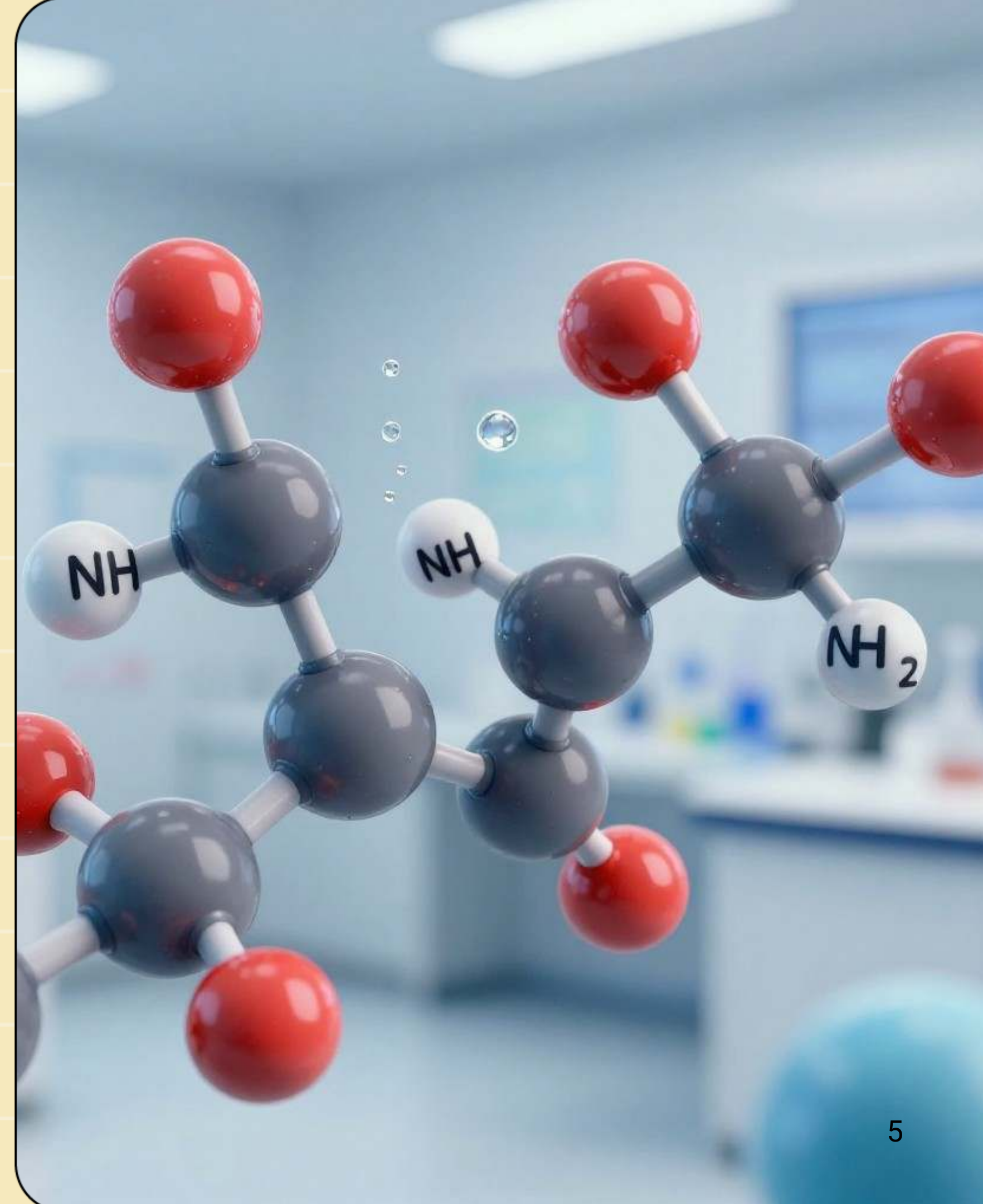
Механизмы образования белковой цепи

01

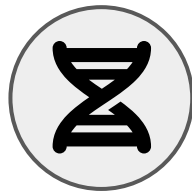
Процесс полимеризации белков происходит через реакцию конденсации, где аминогруппа одной аминокислоты соединяется с карбоксильной другой, формируя пептидную связь и выделяя воду.

02

Образуются олигопептиды, полипептиды, и белки с более 100 остатков. Длина и последовательность цепи критично влияют на функциональность и структуру молекулы.

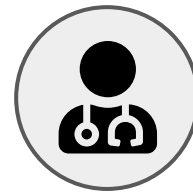


Уникальность и разнообразие белков



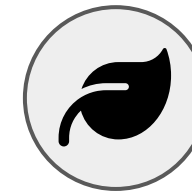
Генетическая основа

Каждый белок синтезируется по уникальной последовательности ДНК, обеспечивая разнообразие и специфичность функций в организме.



Белок p53

Супрессор опухолей, регулирующий рост клеток и предотвращающий развитие раковых заболеваний за счёт контроля деления.



Функции в растениях

Растения создают десятки тысяч белков, включая кератин волос и фибриноген крови, ответственные за структуру и защиту.

01

Последовательность аминокислот запрограммирована в генах ДНК — точность синтеза обеспечивается процессами транскрипции и трансляции.

02

Мутации могут привести к изменению структуры и утрате функций, вызывая заболевания, как в случае серповидноклеточной анемии.

03

Ошибки сдвига рамки считывания изменяют аминокислотный состав, нарушая нормальное строение и активность белков.

04

Неправильная укладка белковых цепей ведёт к агрегации и патологиям, что подчёркивает важность контроля молекулярной структуры.

Генетический контроль структуры и функций белков

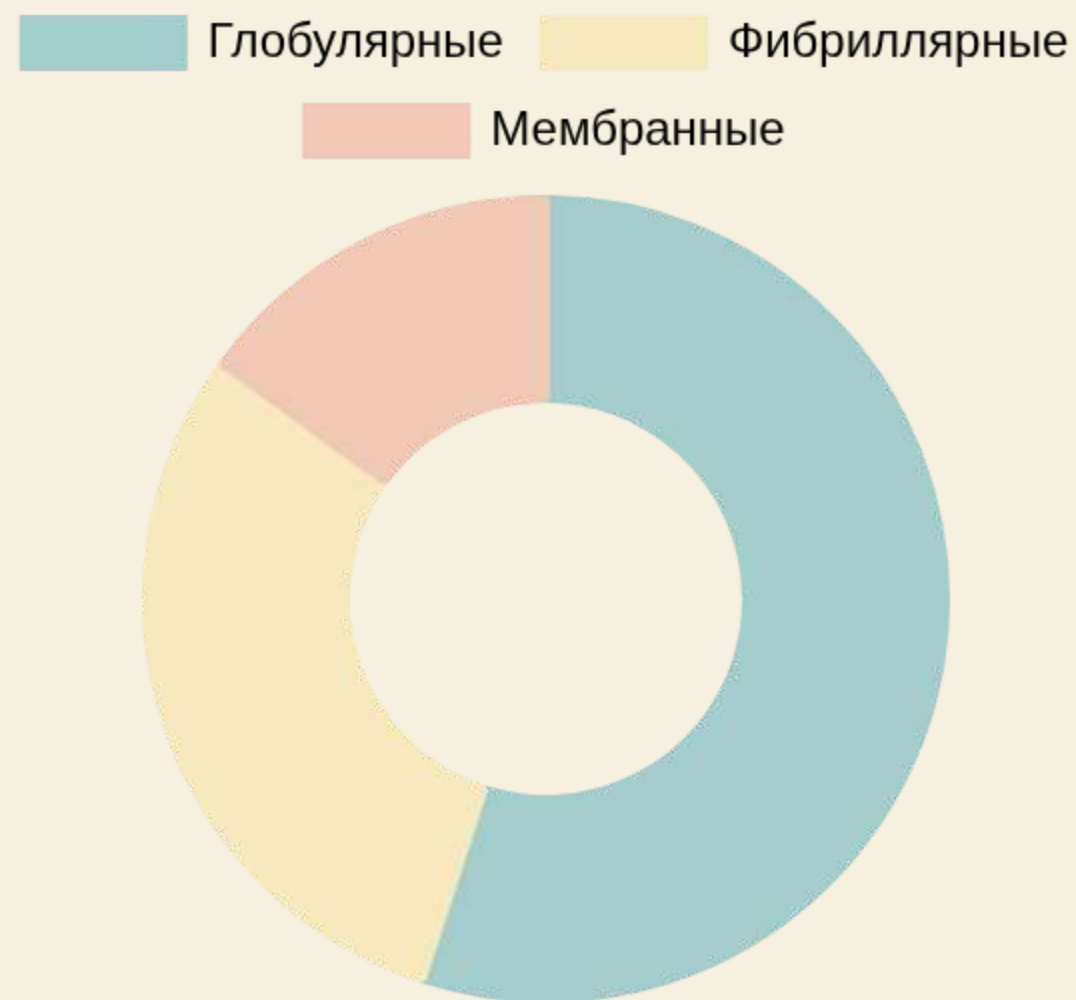
Сравнительный анализ биополимеров

- Таблица показывает состав, функции и примеры основных биополимеров, выделяя уникальность и многообразие белков.
- Белки выделяются разнообразием функций и сложной структурой, что делает их ключевыми биополимерами в живых организмах.

Биополимер	Состав	Функции	Молекулярная масса
Белки	C,H,O,N,S	Структурная, каталитическая, регуляторная	10 000–1 000 000 Да
Углеводы	C,H,O	Энергетическая, структурная	180–100 000 Да
Нуклеиновые кислоты	C,H,O,N,P	Наследственная информация	20 000–10 м Да



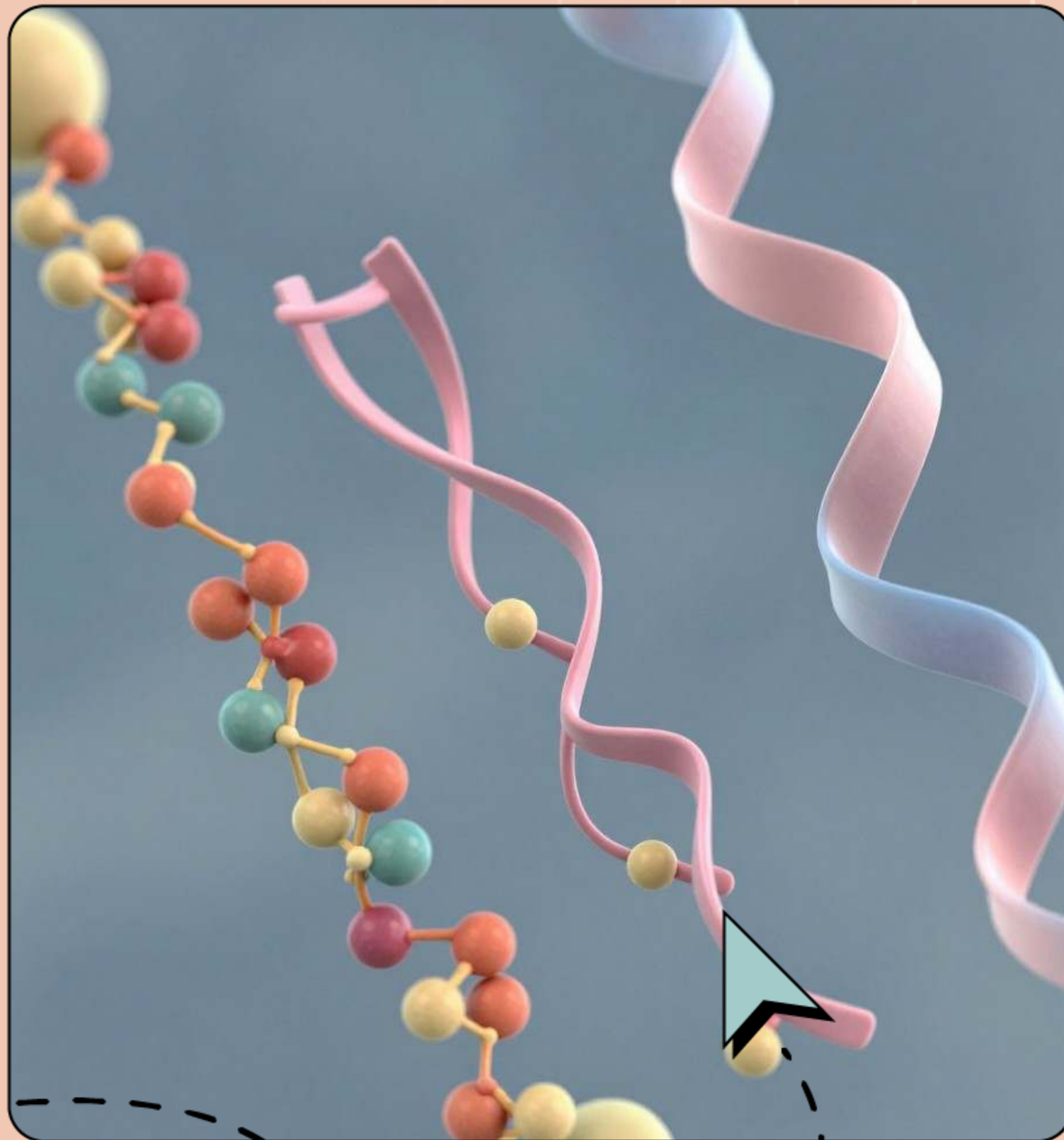
Типы белков по форме и функциям



- Глобулярные белки доминируют, выполняя катализ и транспорт. Фибриллярные обеспечивают структуру, мембранные — сигналы и транспорт.
- Данные подчёркивают функциональное разнообразие: преобладание глобулярных белков связано с их универсальностью.

Молекулярная биология клетки, Альберс (2020)

Структурные уровни белков



Первичная и вторичная структура

Первичная структура — последовательность аминокислот, связанная пептидными связями. Вторичная включает α -спирали и β -слои, стабилизируемые водородными связями.

Третичная и четвертичная структура

Третичная структура — трёхмерная укладка с гидрофобными и ионными связями. Четвертичная — объединение нескольких полипептидных цепей в сложные комплексы, например гемоглобин.

Регуляторные функции белков в клетке

01

Гормональные белки, такие как инсулин и соматотропин, играют ключевую роль в регулировании обменных процессов, поддерживая баланс гликемии и стимулируя рост тканей.

02

Белки-рецепторы и сигнальные молекулы обеспечивают передачу сигналов между клетками, что позволяет координировать ответы на внешние и внутренние стимулы организма.

03

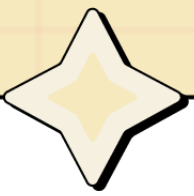
Транскрипционные факторы и клеточные регуляторы, такие как циклины и протеинкиназы, контролируют экспрессию генов и циклы деления, обеспечивая точное функционирование клеток.



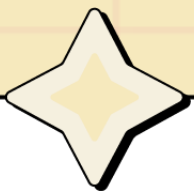
Ферменты: биокатализаторы жизни



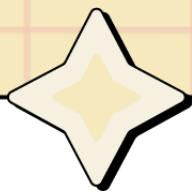
Ферменты значительно ускоряют биохимические реакции, увеличивая скорость процессов до 10^{10} – 10^{20} раз, что обеспечивает жизнедеятельность организма.



Примеры ферментов включают каталазу, разлагающую токсичный пероксид водорода, амилазу, расщепляющую крахмал, и липазу, гидролизующую жиры для энергоснабжения.



Механизм действия основан на специфическом связывании фермента с субстратом, формируя комплекс фермент-субстрат, что снижает активационный барьер реакции.



Активность ферментов регулируется через аллостерические изменения, ковалентные модификации и концентрации субстрата или продуктов, что обеспечивает адаптацию метаболизма к потребностям.

Основные типы белков по функциям

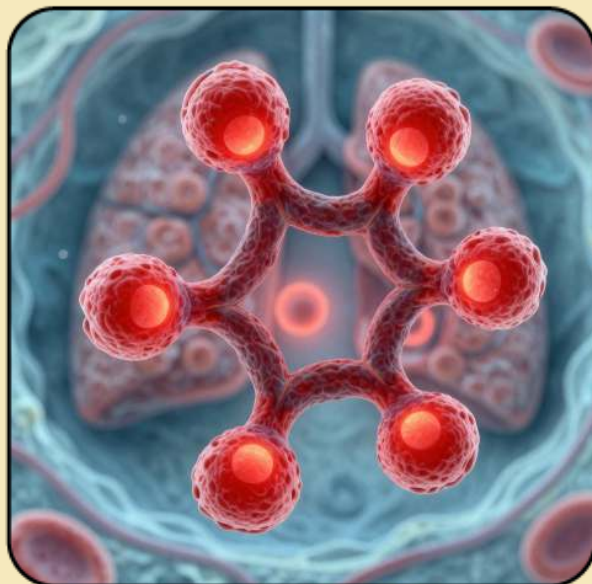


Тип белков	Функция	Примеры
Ферменты	Катализ биохимических реакций	Каталаза, Лактатдегидрогеназа
Структурные	Обеспечение прочности тканей	Коллаген, Кератин
Транспортные	Перенос веществ и кислорода	Гемоглобин, Альбумин
Защитные	Иммунная защита и кровосвертывание	Антитела, Фибриноген
Двигательные	Мышечное сокращение	Актин, Миозин
Регуляторные	Контроль обмена веществ	Инсулин, Гормоны роста

- Краткий обзор функциональных групп белков с примерами и их роли в организме.

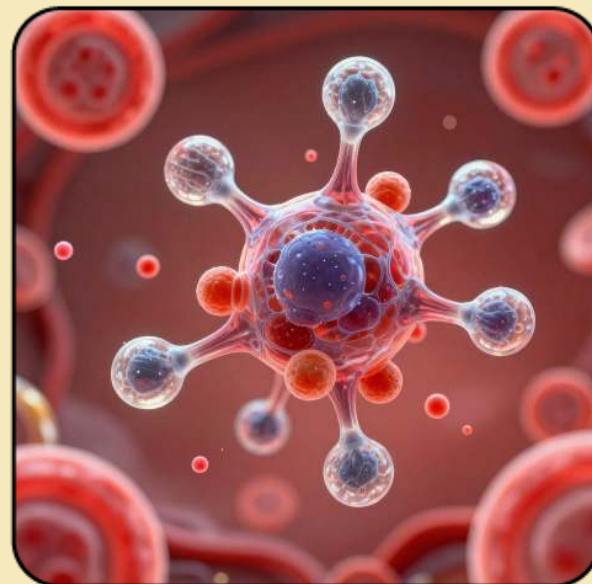
- Белки выполняют широкий спектр функций, от катализа до структурной поддержки, что подчёркивает их универсальность в биологических системах.

Примеры жизненно важных белков человека



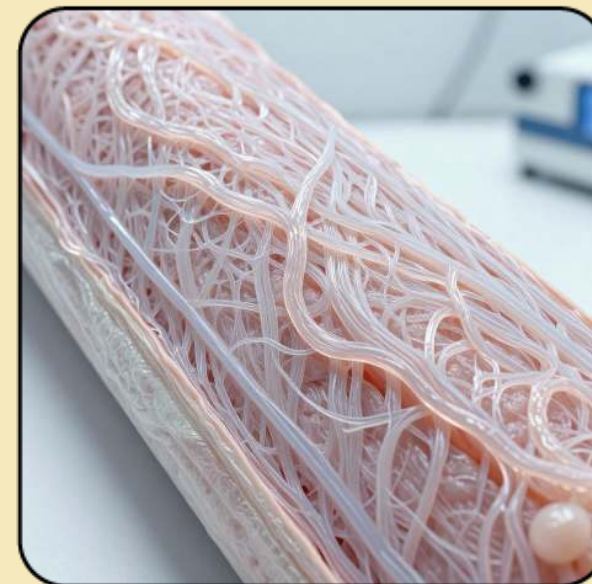
Гемоглобин — переносчик кислорода

Гемоглобин обеспечивает транспорт кислорода от лёгких к тканям. Мутации в гене гемоглобина приводят к серповидноклеточной анемии, вызывая нарушение кислородного обмена и серьезные осложнения.



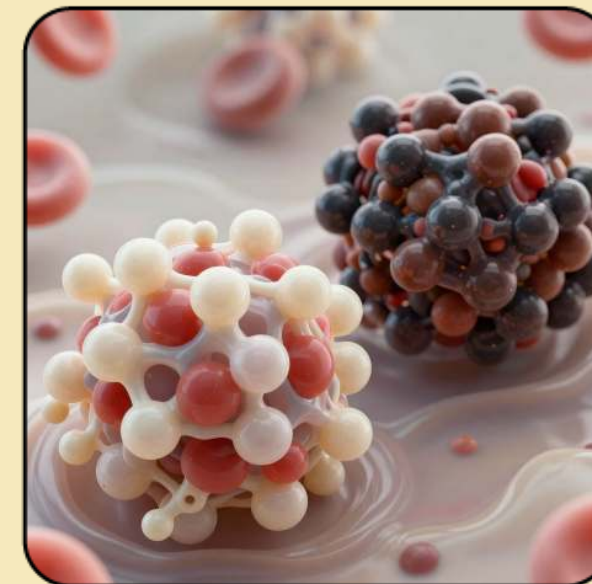
Инсулин — регулятор уровня сахара

Инсулин контролирует концентрацию глюкозы в крови, способствуя её усвоению клетками. Недостаток инсулина приводит к развитию сахарного диабета, требующего постоянного медицинского контроля.



Коллаген — фундамент прочности тканей

Коллаген обеспечивает прочность и эластичность кожи, костей и сосудов, формируя значительную часть внеклеточного матрикса и поддерживая структурную целостность организма.



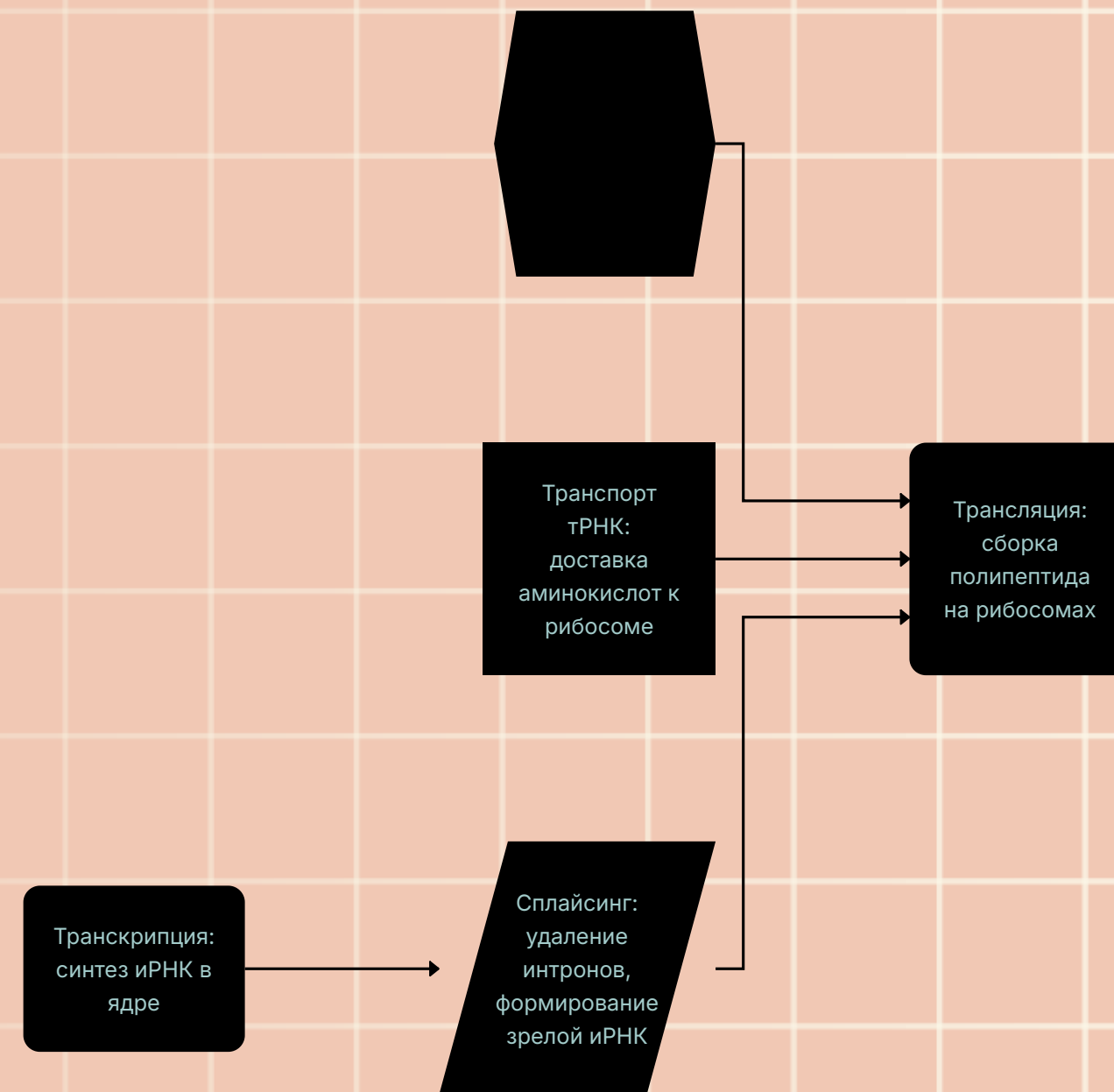
Альбумин и меланин — поддержка и защита

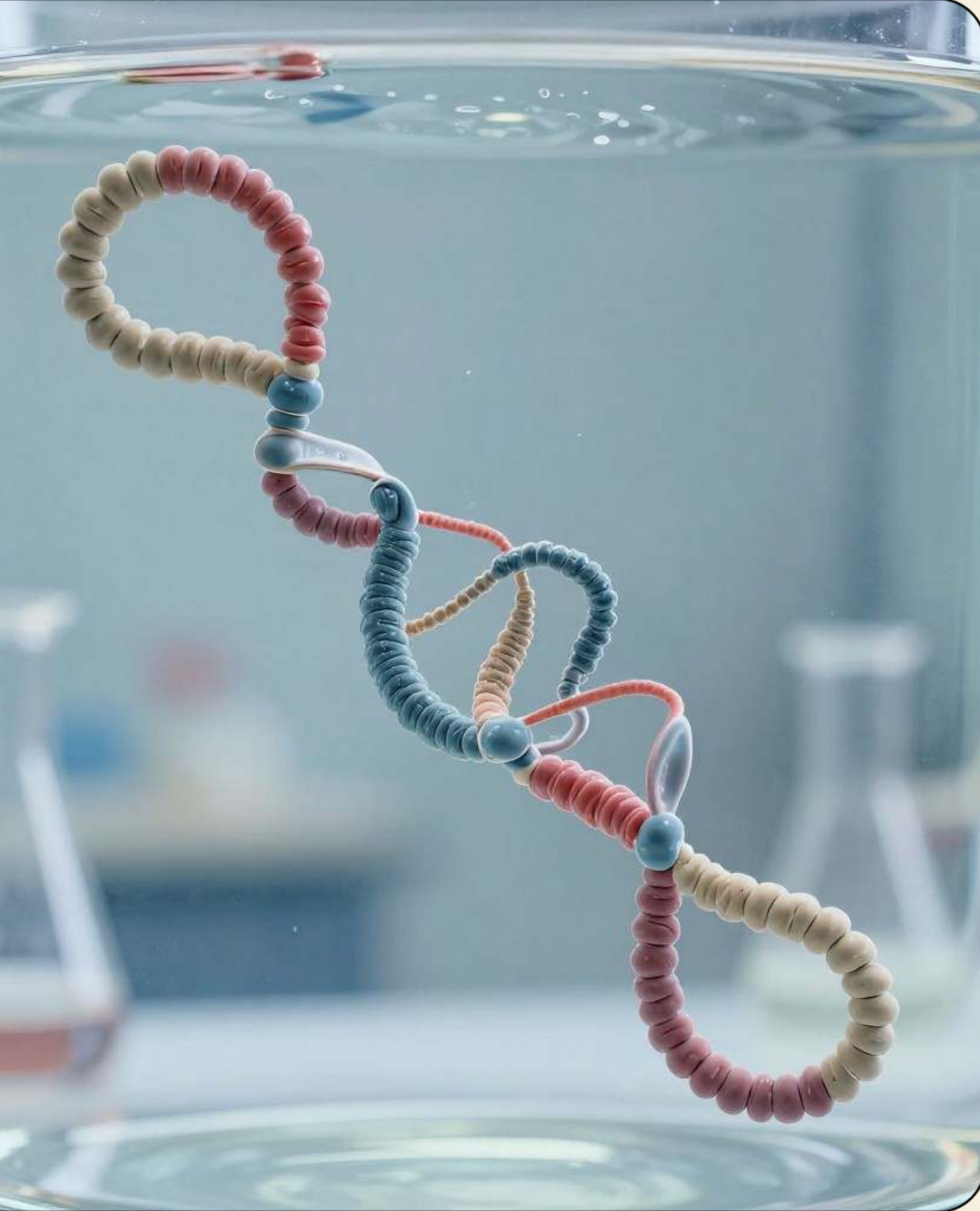
Альбумин поддерживает онкотическое давление крови и транспортирует жирные кислоты, в то время как меланин защищает клетки кожи от вредного ультрафиолетового излучения, предотвращая повреждения.

Основные этапы биосинтеза белка



Механизмы передачи генетической информации от ДНК к функциональному белку





Денатурация белков: причины и последствия

Денатурация — это изменение трёхмерной структуры белка под воздействием высоких температур, экстремальных pH, органических растворителей или токсичных солей металлов, без разрушения первичной цепи.

Последствия включают потерю биологической активности, например потерю ферментативной функции; процесс может быть обратимым при благоприятных условиях или необратимым при сильном повреждении структуры.

Современные методы исследования белков

Электрофорез

Метод разделения белков по размеру и заряду, позволяющий выявить состав и чистоту проб.

Рентгеноструктурный анализ

Позволяет получить трёхмерное изображение молекул белков, раскрывая их пространственную структуру.

Хроматография

Разделение белков на основе химических свойств, таких как гидрофобность или размер, для их дальнейшего анализа.

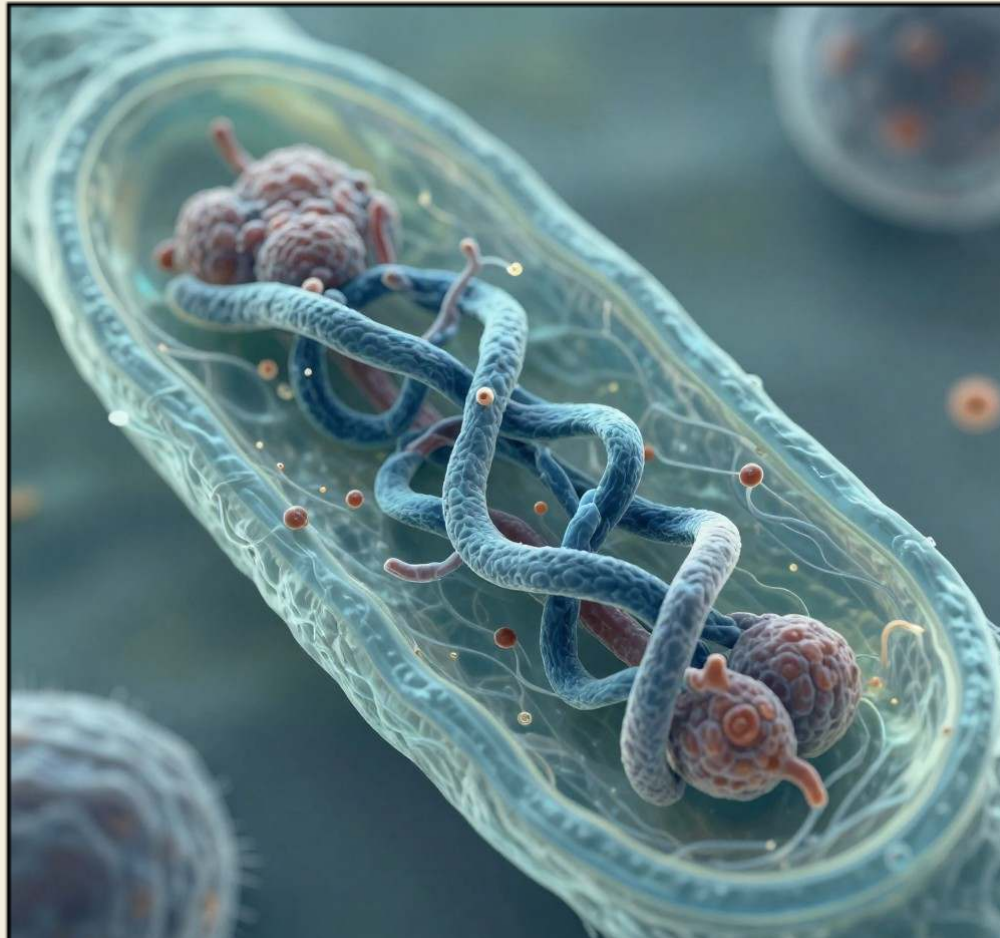
Масс-спектрометрия

Определяет аминокислотную последовательность и посттрансляционные модификации белков с высокой точностью.

Иммунологические методы

Методы ELISA и вестерн-блот обеспечивают специфическое обнаружение и количественную оценку белков в биологических образцах.

Молекулярные болезни белков: причины и примеры



Муковисцидоз — дефект белка CFTR

Муковисцидоз вызывается мутациями в гене, кодирующем белок CFTR, что приводит к нарушению транспорта ионов и тяжелым поражениям дыхательных путей и пищеварения.



Болезнь Альцгеймера — агрегация бета-амилоида

Накопление и агрегация бета-амилоида в мозге вызывает нейродегенерацию и ухудшение когнитивных функций, приводя к развитию болезни Альцгеймера.



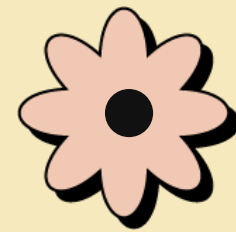
Прионовые заболевания — инфекционные белки

Прионы — аномальные белки, способные изменять нормальные белки мозга, вызывая смертельные нейродегенеративные заболевания, для которых характерны быстрый прогресс и отсутствие эффективного лечения.

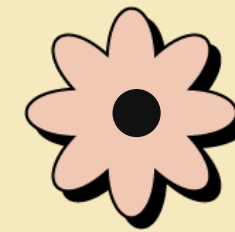
Белки в биотехнологии и медицине XXI века



Генетически модифицированные организмы позволяют массовое производство инсулина и гормонов, доступных для лечения различных заболеваний и регуляции обмена веществ.

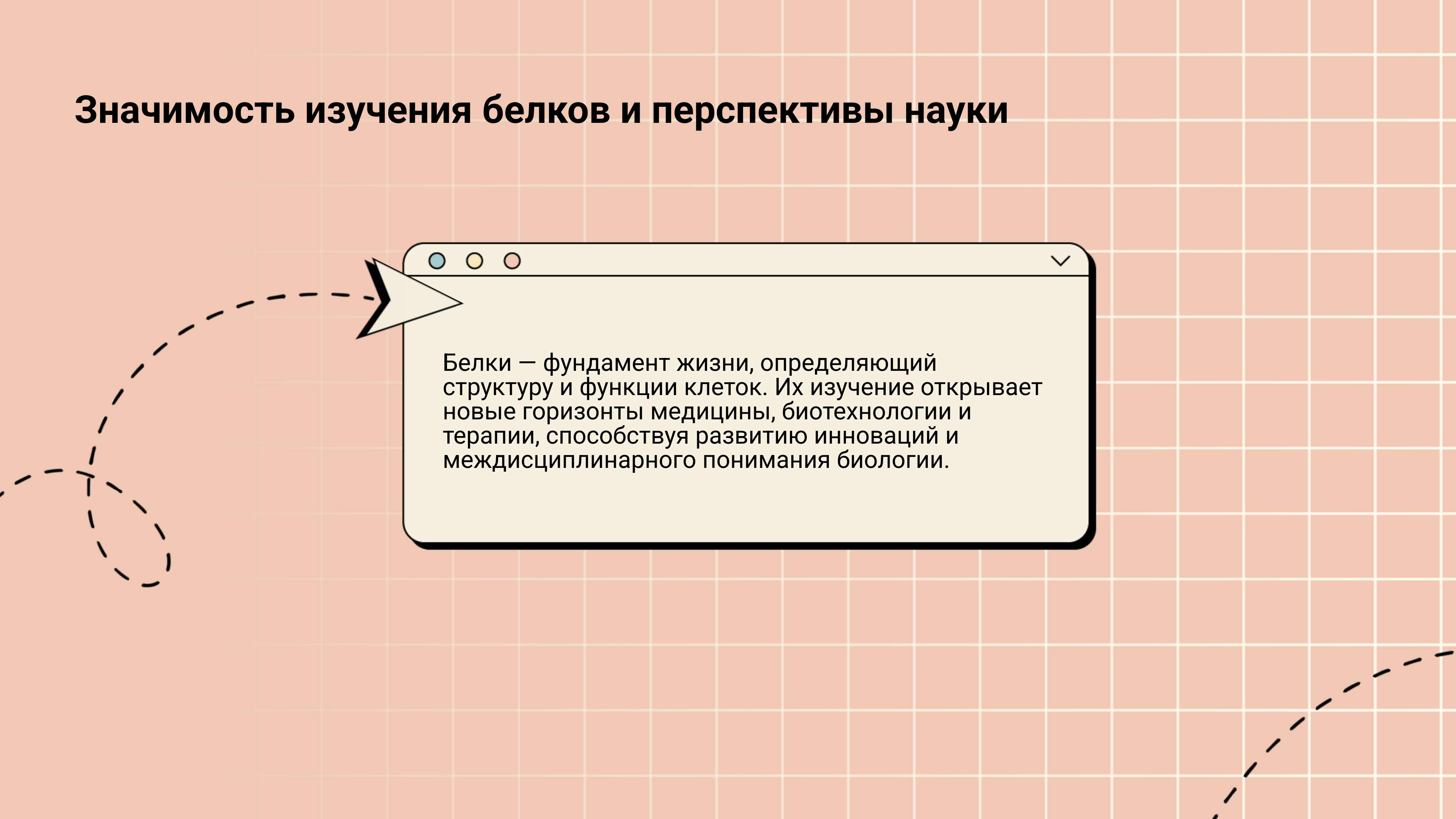


Терапевтические антитела и белковые вакцины становятся основой новых методов борьбы с онкологическими и инфекционными болезнями, повышая эффективность терапии.



Инструменты редактирования генома CRISPR/Cas9 и белки-маркеры обеспечивают точную диагностику и разработку персонализированных медицинских подходов для улучшения здоровья.

Значимость изучения белков и перспективы науки



Белки — фундамент жизни, определяющий структуру и функции клеток. Их изучение открывает новые горизонты медицины, биотехнологии и терапии, способствуя развитию инноваций и междисциплинарного понимания биологии.