

Обзор: Белки и нуклеиновые кислоты как ключевые макромолекулы

Белки и нуклеиновые кислоты — фундамент жизни, определяющие структуру и функции организмов.



Исторический путь изучения макромолекул

Первые исследования белков начались в XIX веке, термин «протеин» предложен Берцелиусом. Открытие нуклеиновых кислот Мишером и расшифровка структуры ДНК в XX веке заложили основы молекулярной биологии.

Определение и классификация макромолекул

2 Белки и нуклеиновые кислоты занимают особое место благодаря своей роли в хранении и передаче генетической информации, а также в выполнении биологических функций.

1 Макромолекулы — это крупные соединения из повторяющихся мономеров, обеспечивающие жизненно важные функции в клетках. Их основные виды — белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и липиды.

3 Внутри клетки эти макромолекулы формируют структурный каркас, регулируют метаболизм и обеспечивают передачу наследственных признаков между поколениями.

Функциональное разнообразие белков



Каталитическая активность ферментов

Ферменты — это белки, ускоряющие химические реакции в организме, снижая энергетический барьер и обеспечивая регуляцию метаболизма. Их уникальные структуры определяют специфичность действия.



Структурная роль в тканях

Белки, такие как коллаген и кератин, обеспечивают прочность и эластичность кожи, волос и соединительных тканей, создавая каркас и поддерживая целостность органов и систем.



Транспорт и защита

Гемоглобин переносит кислород в крови, иммуноглобулины защищают организм от инфекций, а мышечные белки обеспечивают сокращение и движение благодаря взаимодействию актиновых и миозиновых филаментов.

Ключевые функции нуклеиновых кислот



Хранение генетической информации ДНК

ДНК несёт наследственную информацию, обеспечивая стабильное сохранение данных о структуре организмов и передачу их потомству через поколения.



Роль РНК в синтезе белков

РНК ответственна за трансляцию генетической информации из ДНК в цепочки аминокислот, участвуя в сборке белков на рибосомах внутри клетки.



Регуляция и каталитические функции РНК

Некоторые типы РНК выполняют каталитические функции, влияя на экспрессию генов и обеспечивая гибкую регуляцию биохимических процессов в клетке.

Структурная организация белка

- 1 Первичная структура представляет собой конкретную последовательность аминокислот в полипептидной цепи, задавая основу для последующих уровней укладки.
- 2 Вторичная структура формируется через водородные связи, создавая α -спирали и β -листы, придающие локальную стабильность цепи белка.
- 3 Третичная структура — это пространственная укладка всей цепи, определяющая функциональные участки и активность белковой молекулы.
- 4 Четвертичная структура возникает при объединении нескольких полипептидных цепей в сложный белковый комплекс с координированной функцией.

Аминокислоты: строительные блоки белков



1 Каждая аминокислота состоит из центрального атома углерода, связанного с аминогруппой, карбоксильной группой и уникальной боковой цепью (R-группой), определяющей её свойства.

2 Пептидные связи соединяют аминокислоты в цепочки, а последовательность этих мономеров задаёт структуру и функцию конечного белка.

Основные аминокислоты: примеры и функции

Аминокислота	Полярность	Функция	Незаменимая
Глицин	Неполярная	Строительный материал для коллагена	Нет
Аланин	Неполярная	Источник энергии и метаболический посредник	Нет
Лейцин	Гидрофобная	Регуляция синтеза белков	Да
Валин	Гидрофобная	Участие в энергетическом обмене	Да
Фенилаланин	Гидрофобная	Предшественник нейротрансмиттеров	Да

В таблице представлены примеры аминокислот, их химические свойства, роль в организме и необходимость поступления с пищей.

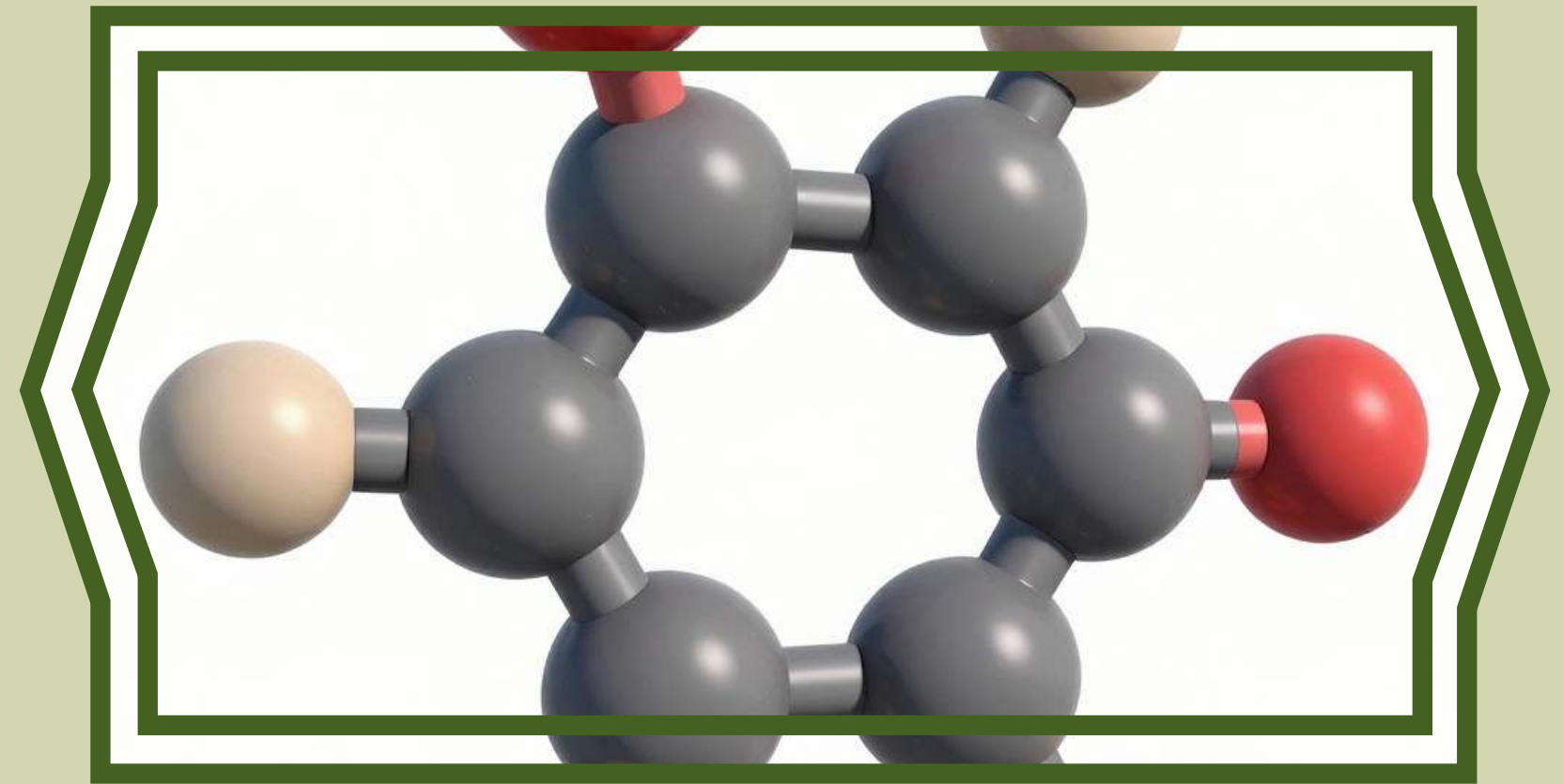
Разнообразие химических свойств аминокислот обуславливает широкий спектр белковых функций и необходимость получения некоторых из них с пищей.

Нормативные биохимические справочники, 2023

Строение нуклеиновых кислот: нуклеотиды

Мономер: нуклеотид

Нуклеотид состоит из азотистого основания, пятиуглеродного сахара и фосфатной группы. В ДНК сахар — дезоксирибоза, в РНК — рибоза. Азотистые основания включают аденин, тимин (в ДНК) или урацил (в РНК), гуанин и цитозин.



Формирование полинуклеотидной цепи

Нуклеотиды соединяются между собой фосфодиэфирными связями, формируя полинуклеотидные цепи. Эта последовательность кодирует наследственную информацию и обеспечивает структурную базу для функции нуклеиновых кислот.

Структурное и функциональное отличие ДНК и РНК

ДНК стабилизирует информацию в ядре, а РНК активно регулирует и реализует информацию в ядре и цитоплазме.

Различия в структуре и составе оснований объясняют различное функциональное назначение ДНК и РНК в клетке.

Современные данные молекулярной биологии, 2024

Принцип комплементарности и двойная спираль ДНК

2 Аденин и тимин образуют две водородные связи, а гуанин и цитозин — три, что придаёт структуре ДНК устойчивость и специфичность взаимодействия между цепями.

1 Двойная спираль ДНК состоит из двух цепей, которые удерживаются водородными связями согласно принципу комплементарности: аденин связывается с тимином, а гуанин — с цитозином.

3 Комплементарность обеспечивает точное копирование генетической информации при репликации, что критично для передачи наследственных признаков во время деления клеток.

Генетический код: триплеты и аминокислоты

Генетический код представлен 64 кодонами, где три являются сигналами стоп, завершающими синтез белка.

Структура кода обеспечивает однозначное соответствие между триплетами нуклеотидов и аминокислотами, что гарантирует точность белкового синтеза.

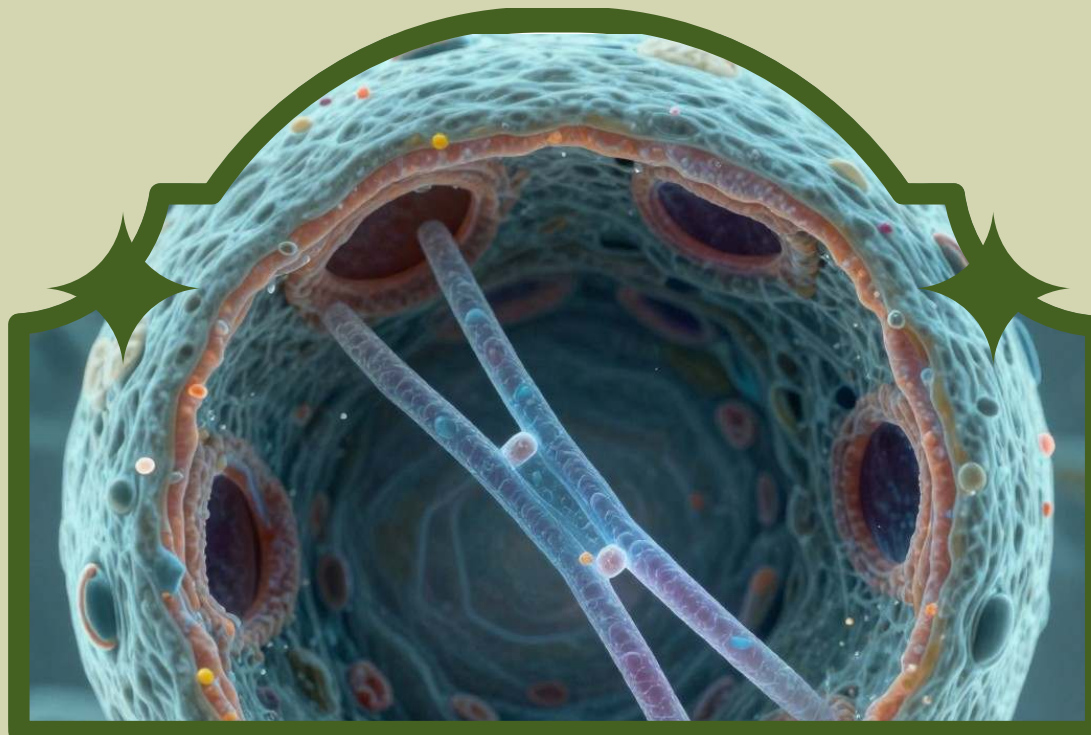
Молекулярная биология клетки, Альбертс, 2019

Основные этапы биосинтеза белка



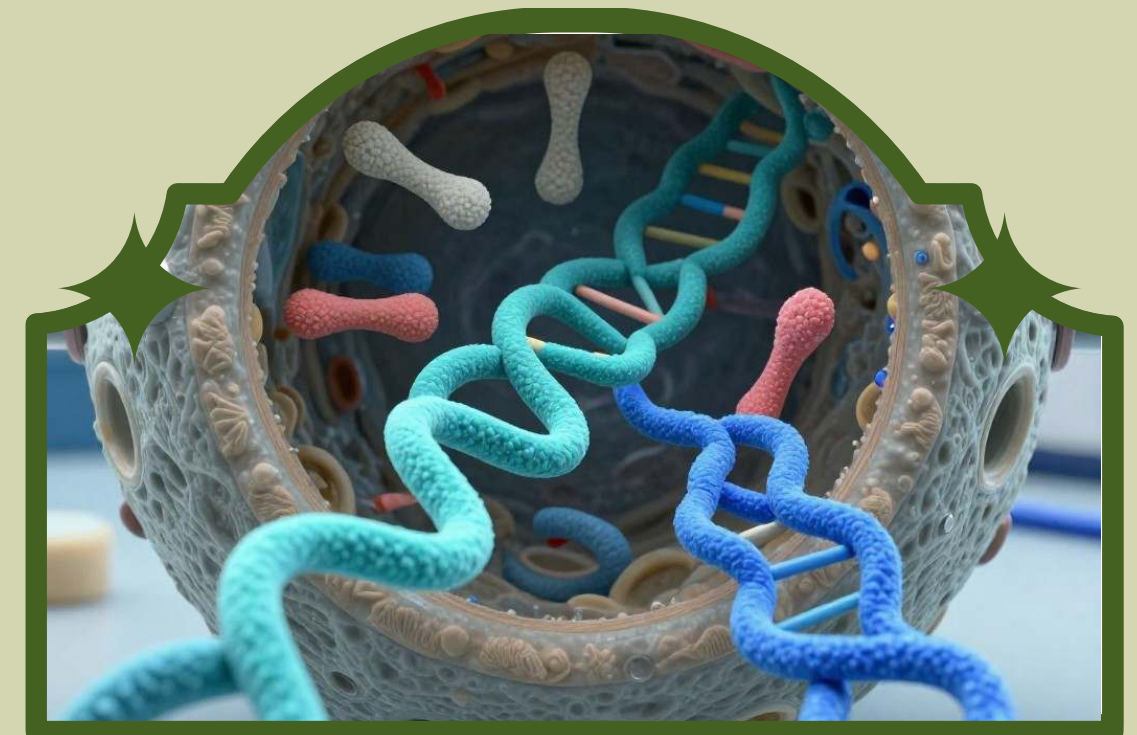
Транскрипция: от ДНК к мРНК

В ядре клетки ДНК служит матрицей для синтеза мРНК с помощью фермента РНК-полимеразы. Этот процесс копирует генетическую информацию в пригодной форме для переноса в цитоплазму.



Выход мРНК в цитоплазму

мРНК покидает ядро через ядерные поры, направляясь к рибосомам — месту синтеза белка, где будет осуществляться трансляция.

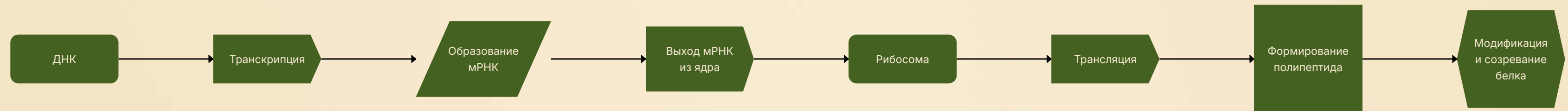


Трансляция: сборка белка

Рибосомы используют информацию с мРНК и доставляемые тРНК аминокислоты для сборки полипептидной цепи, образующей функциональный белок.

Схема синтеза белка в клетке

Последовательность процессов от ДНК до зрелого белка

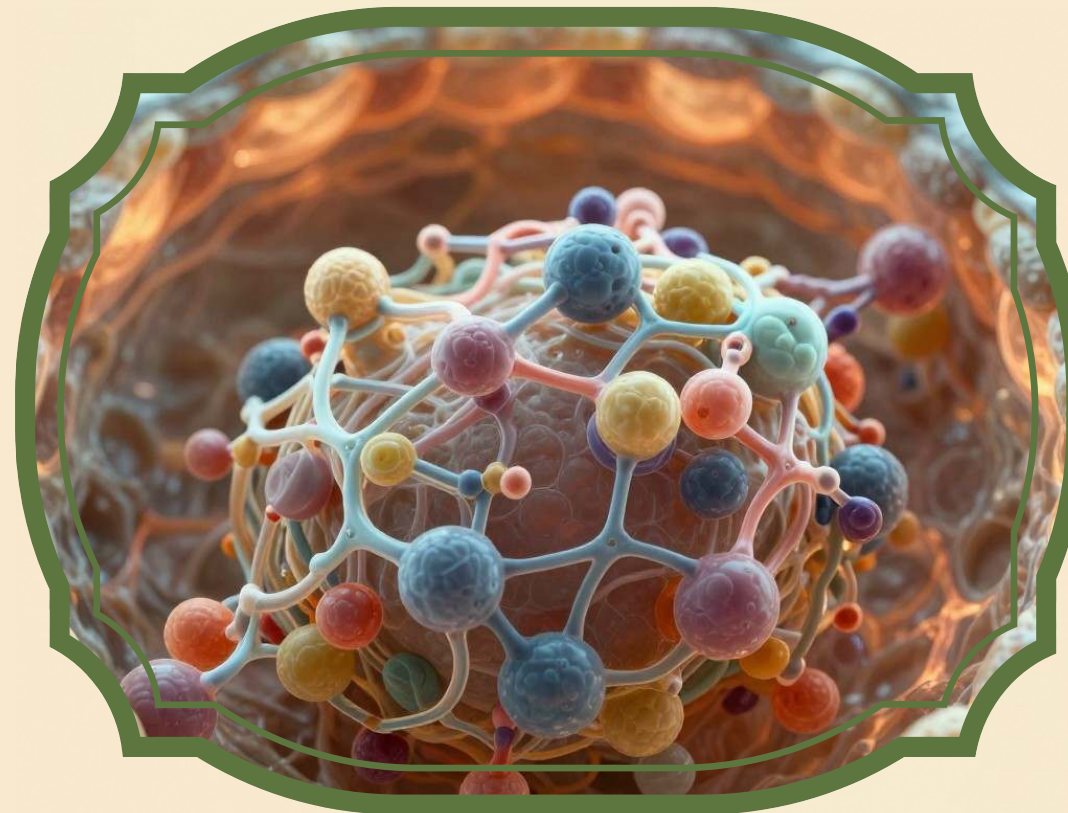


Функции белков-ферментов в организме



Гидролазы и расщепление питательных веществ

Гидролазы ускоряют разложение сложных молекул пищи на более простые, способствуя усвоению питательных веществ клетками организма.



АТФ-синтаза — генератор энергии

АТФ-синтаза катализирует синтез АТФ — главного источника энергии для клеточных процессов, обеспечивая эффективность метаболических реакций.



Роль ДНК-полимеразы в репликации

ДНК-полимераза отвечает за точное копирование ДНК в процессе репликации, поддерживая целостность и стабильность генетического материала.

Категории белков и их функции

Таблица классифицирует белки по их биологическим ролям и приводит примеры для каждой категории.

Разнообразие функций белков подчёркивает их значимость в тканевой структуре, регуляции процессов, защите и метаболизме.

Биохимия, Леньянский, 2018

Тип белка	Пример	Основная функция
Структурные	Коллаген	Обеспечение прочности тканей
Транспортные	Гемоглобин	Перенос кислорода
Регуляторные	Инсулин	Контроль уровня сахара в крови
Каталитические	Каталаза	Ускорение биохимических реакций
Защитные	Иммуноглобулины	Защита от патогенов

Репликация ДНК: точный перенос информации

- 1 Репликация происходит перед клеточным делением, обеспечивая удвоение генетического материала для дочерних клеток.
- 2 ДНК-полимераза синтезирует новую цепь, используя материнскую как шаблон, с высокой точностью и скоростью.
- 3 Существуют механизмы исправления ошибок, такие как системы репарации, снижающие вероятность мутаций до минимума.
- 4 Точность репликации критична для сохранения наследственной информации и предотвращения генетических нарушений.

Мутации в ДНК: причины и последствия



Спонтанные мутации

Возникают из-за ошибок в репликации или воздействия внутренних факторов. Могут приводить к изменению функций белков или являются нейтральными.



Воздействие мутагенов

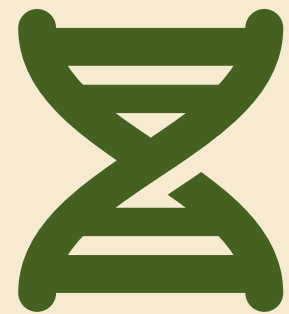
Физические или химические агенты, такие как радиация и токсические вещества, вызывают повреждения ДНК, повышая риск неблагоприятных изменений.



Наследственные и эволюционные изменения

Некоторые мутации приводят к генетическим заболеваниям, тогда как другие способствуют эволюции, обеспечивая вариабельность и адаптацию популяций.

Современные применения знаний о белках и нуклеиновых кислотах



Геномное секвенирование

Позволяет выявлять мутации и анализировать наследственные заболевания для ранней диагностики и персонализированного лечения.



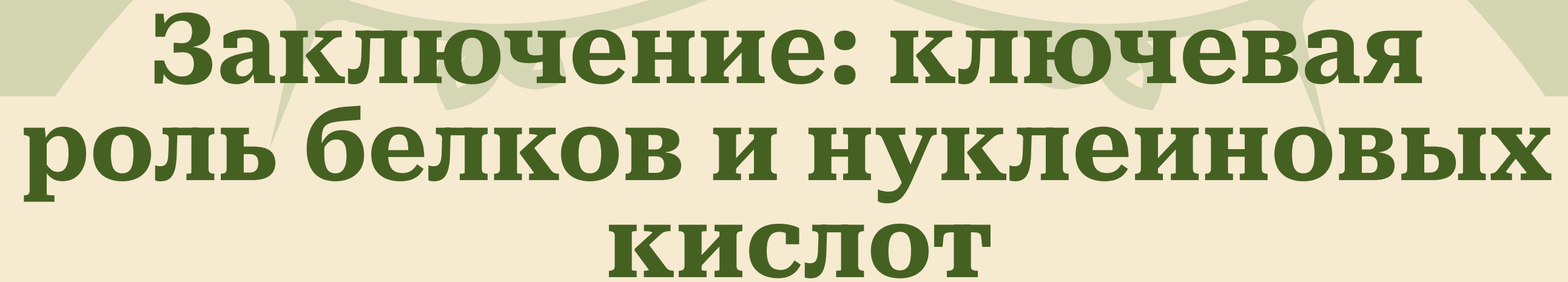
Генная инженерия

Использует манипуляции с ДНК для создания новых сортов растений и микроорганизмов с полезными свойствами.



Биофармацевтика

Разработка белковых лекарств и вакцин на основе рекомбинантных методов для лечения широкого спектра заболеваний.



Заключение: ключевая роль белков и нуклеиновых кислот

Белки и нуклеиновые кислоты формируют фундамент жизни, обеспечивая наследственность, поддержание клеточных функций и развитие инноваций в медицине и биотехнологиях.