

Обзор: биосинтез белка как фундаментальный процесс жизни

Процесс синтеза белка обеспечивает жизнедеятельность всех клеток и организмов.



Исторические открытия и биологическая роль белка

Понятие гена и генетического кода впервые сформировались в первой половине XX века, благодаря работам Бидла и Тейтума. Биосинтез белка раскрывает механизм реализации наследственной информации на молекулярном уровне и обеспечивает множество жизненно важных функций белков.



Генетический код: основа синтеза белка

Структура и особенности кода

Генетический код представляет собой систему триплетов — кодонов, каждый из которых соответствует одной аминокислоте или стоп-сигналу. Всего существует 64 кодона, обеспечивающих кодирование 20 стандартных аминокислот.

Значение избыточности кода

Избыточность кода означает, что несколько кодонов могут кодировать одну аминокислоту, что повышает стабильность белковых последовательностей и снижает негативное воздействие мутаций.



Структура гена и его элементы

1

Промотор — область, с которой начинается транскрипция, обеспечивает прикрепление РНК-полимеразы и регуляцию экспрессии гена.

2

Экзоны содержат информацию о последовательности аминокислот и формируют конечный белок после обработки транскрипта.

3

Интроны — некодирующие участки, вырезаемые из пре-мРНК в процессе сплайсинга, обеспечивая вариативность белков.

4

Терминатор завершает процесс транскрипции, сигнализируя остановку синтеза мРНК и отделение РНК-полимеразы.

Транскрипция: этапы синтеза мРНК



Инициация транскрипции

РНК-полимераза идентифицирует и связывается с промотором, обеспечивая точное начало синтеза мРНК на матрице ДНК. Этот этап определяет, какой ген будет активирован.



Элонгация и сбор мРНК

Во время элонгации РНК-полимераза движется по ДНК, синтезируя комплементарную цепь мРНК, которая точно отражает последовательность кодируемого гена.

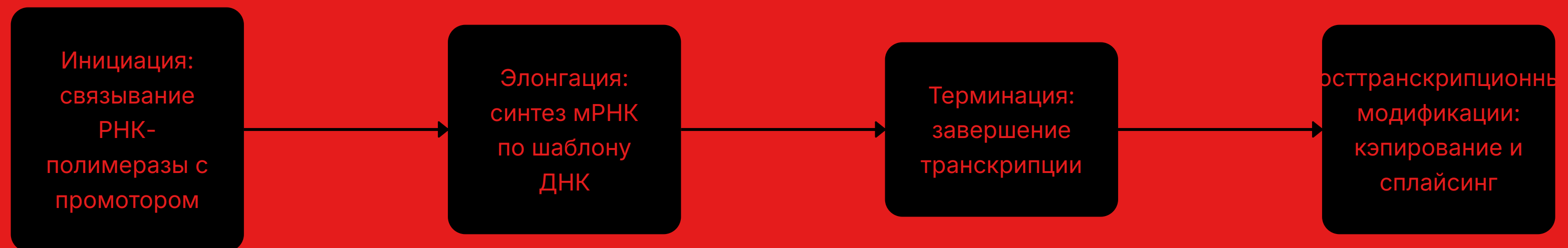


Завершение и модификация транскрипта

Терминация останавливает синтез мРНК, после чего у эукариот происходит её процессинг: экпирование, сплайсинг и добавление поли(А)-хвоста, обеспечивающие стабильность и транспорт мРНК.

Основные этапы транскрипции у эукариот

Процесс запуска и создания зрелой мРНК



Различия транскрипции у прокариот и эукариот

1

У прокариот транскрипция и трансляция происходят одновременно в цитоплазме, мРНК не подвергается обработке и быстро используется.

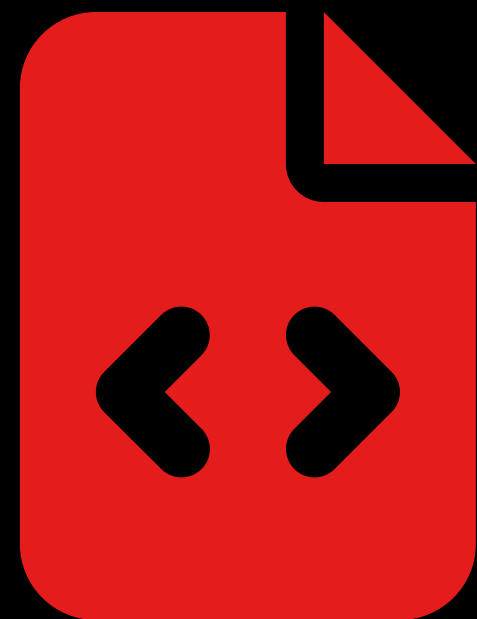
2

Эукариоты осуществляют транскрипцию в ядре с последующим процессингом мРНК, что обеспечивает регуляцию и вариативность белков.

3

Прокариоты имеют одну РНК-полимеразу, в то время как у эукариот их несколько, каждая специализирована для транскрипции разных типов РНК.

Основные типы РНК и их функции в биосинтезе белка



мРНК (матричная РНК)

Переносит генетическую информацию от ДНК к рибосомам, служит шаблоном для сборки полипептидной цепи.



тРНК (транспортная РНК)

Доставляет аминокислоты к рибосоме и обеспечивает точное соответствие между кодоном мРНК и аминокислотой.



рРНК (рибосомальная РНК)

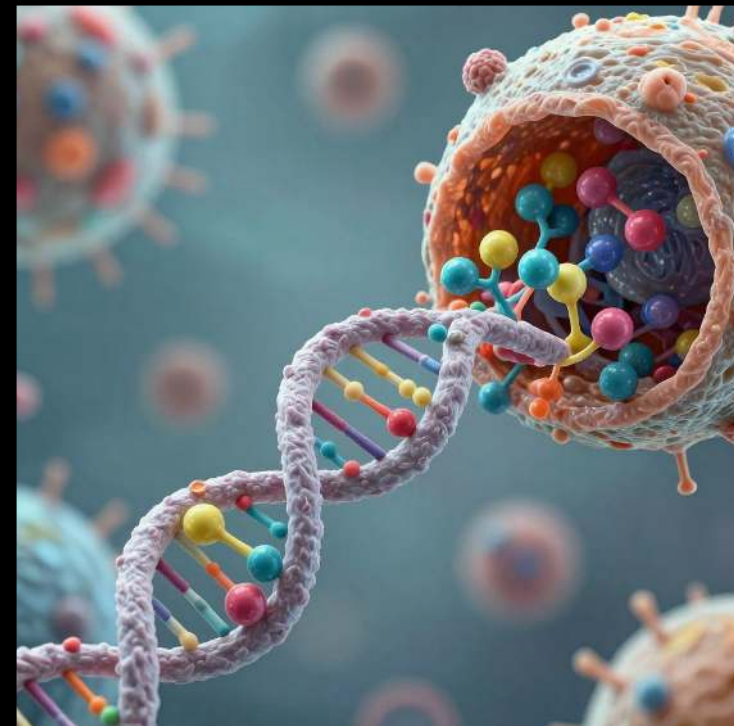
Структурный и каталитический компонент рибосомы, обеспечивает сборку белковой цепи.

Строение и функции рибосомы



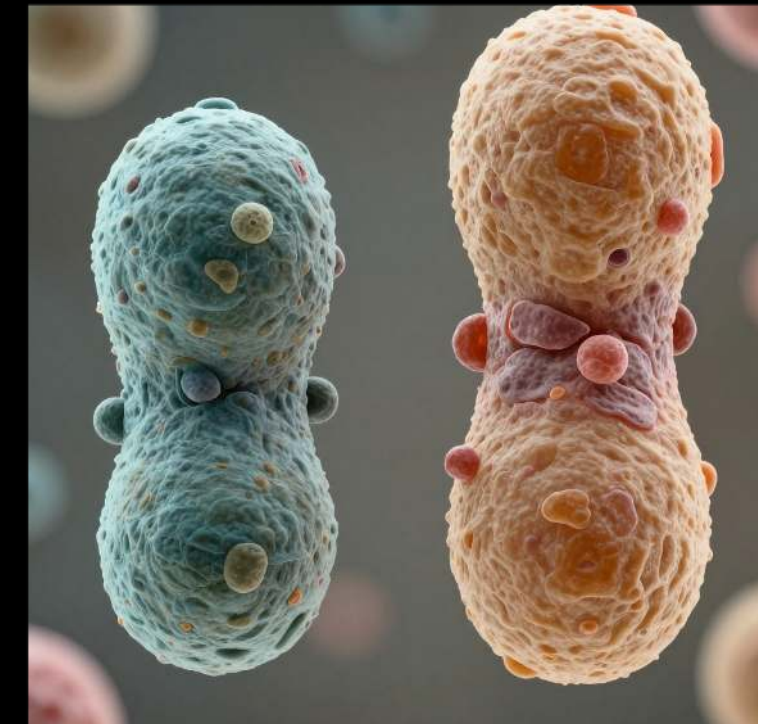
Субъединицы рибосомы

Рибосома состоит из большой и малой субъединиц, включающих рРНК и белки. Их размер и состав различаются между прокариотами и эукариотами.



Функция рибосомы

Рибосомы обеспечивают точное считывание мРНК, взаимодействие с тРНК и катализируют образование пептидных связей между аминокислотами.



Различия прокариотических и эукариотических рибосом

Прокариотические рибосомы имеют 70S размер (50S+30S), эукариотические — 80S (60S+40S), что обуславливает различия в чувствительности к ингибиторам.

Последовательность этапов трансляции на рибосоме

Основные фазы синтеза белка



Скорость и эффективность синтеза белка

Скорость синтеза белков регулируется энергетическим состоянием клетки и доступностью необходимых аминокислот.

Прокариоты синтезируют белки значительно быстрее, что связано с их меньшей клеточной сложностью и отсутствием пространственного разделения процессов.

Молекулярная биология клетки, 2020 год



Функции белков в организме человека: примеры и типы

Функциональное разнообразие белков определяется их структурной вариабельностью, обеспечивая клетки необходимыми знаниями для жизнедеятельности.

Разнообразие белков позволяет выполнять ключевые биологические функции, обеспечивающие нормальное функционирование организма.

Учебник биологии для средней школы

Тип функции	Пример белка
Ферментативные	ДНК-полимераза
Ферментативные	Амилаза
Структурные	Коллаген
Структурные	Кератин
Транспортные	Гемоглобин
Транспортные	Альбумин
Регуляторные	Инсулин
Регуляторные	Гормон роста
Защитные	Иммуноглобулины

Регуляция биосинтеза белка у эукариот

Транскрипция регулируется факторами транскрипции, которые активируют или подавляют экспрессию конкретных генов в ответ на сигналы клетки.

Процессинг РНК включает альтернативный сплайсинг и вмешательство микроРНК, влияя на состав и стабильность мРНК, что меняет спектр синтезируемых белков.

Трансляция и посттрансляционные модификации, такие как фосфорилирование, обеспечивают точную адаптацию активности белков к потребностям клетки и внешним условиям.

Мутации и их влияние на синтез белка

1

Мутирующие изменения в генах могут изменить аминокислотную последовательность белка, влияя на его функцию. Миссенс-мутации приводят к замене аминокислот, возможна потеря активности.

2

Нонсенс-мутации вызывают преждевременное завершение синтеза, что способствует формированию дефектных или неполных белков с нарушенной функциональностью.



Ингибиторы биосинтеза белка: антибактериальные средства

Стрептомицин связывается с малой субъединицей рибосомы прокариот, нарушая инициацию трансляции и блокируя синтез белка у бактерий.

Тетрациклины мешают присоединению аминоацил-тРНК к рибосомному комплексу, замедляя удлинение полипептидной цепи во время трансляции.

Хлорамфеникол ингибирует пептидилтрансферазную активность рибосомы, прерывая образование пептидных связей и останавливая сборку белка.

Патологии, связанные с нарушением биосинтеза белка

1

Фенилкетонурия возникает при дефиците фермента фенилаланингидроксилазы, что нарушает метаболизм аминокислот и приводит к интеллектуальной недостаточности.

2

Муковисцидоз обусловлен мутацией в гене CFTR, вызывая дефект белкового канала и нарушение обмена ионов в эпителиальных клетках.

3

Гемофилия связана с дефицитом свертывающих факторов, вызванных нарушениями их синтеза, что приводит к тяжелым кровотечениям и проблемам с заживлением.

4

Все перечисленные заболевания демонстрируют, как даже изменение структуры одного белка может критически повлиять на здоровье человека.

Примеры белков: распределение по функциям в клетке

Ферменты значительно преобладают, что отражает их ключевую роль в метаболизме и регуляции клеточных процессов.

Благодаря разнообразию функций белков, клетка поддерживает устойчивость и адаптивность в изменяющихся условиях среды.



Современная молекулярная биология, 2021

Биотехнологии: практическое применение биосинтеза белка

1

Генная инженерия позволяет создавать рекомбинантные белки, такие как человеческий инсулин, используя бактерии и дрожжи для массового производства.

2

Применение ферментов улучшает качество пищевых продуктов и способствует развитию безотходных технологий в пищевой промышленности.

3

Биосинтез белка применяется в сельском хозяйстве для разработки устойчивых к стрессам растений и повышения эффективности кормления животных.

4

Фармацевтические компании используют биосинтез белка для создания новых лекарственных препаратов с целевым действием и минимальными побочными эффектами.

Современные методы изучения биосинтеза белка



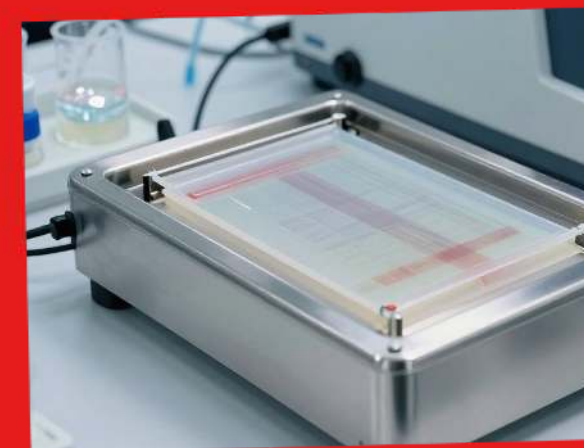
Радиоактивное мечение аминокислот

Метод позволяет отслеживать скорость и динамику синтеза белка в живых клетках, выявляя интенсивность процессов и их изменения при различных условиях.



Использование зелёного флуоресцентного белка

Генетически внедрённый гена GFP даёт возможность визуализировать локализацию и перемещение белков в реальном времени с высокой точностью.



Иммуноблоттинг и масс-спектрометрия

Эти технологии обеспечивают детальный анализ состава, структурных изменений и количественного содержания белков в клеточных и тканевых образцах.

Значение и перспективы исследований биосинтеза белка

Изучение биосинтеза белка способствует развитию новых медицинских и биотехнологических решений, улучшая понимание молекулярных процессов жизни и открывая возможности для терапии заболеваний.

