

Урок 7. Наследственная информация

ДНК, матричные синтезы и регуляция экспрессии генов

60 заданий с ответами и объяснениями

Содержание теста

- 01. Начальный уровень: задания 1-20
- 02. Средний уровень: задания 21-40
- 03. Высокий уровень: задания 41-60

Начальный уровень

Задание 1

Выберите три положения о репликации ДНК.

- 1) молекулы дочерней ДНК полуконсервативны;
- 2) используются праймеры;
- 3) матрицей служит белок;
- 4) обе новые цепи синтезируются непрерывно;
- 5) урацил обязательно входит в продукт;
- 6) синтез идёт только $5' \rightarrow 3'$.

Ответ

126

ДНК-полимераза удлиняет цепь $5' \rightarrow 3'$, начинает от праймера; каждая дочерняя молекула содержит старую и новую цепь.

Задание 2

Установите последовательность репликации от начала участка:

- А) расплетание ДНК;
- Б) удаление РНК-праймера и достройка ДНК;
- В) удлинение новой цепи;
- Г) соединение фрагментов лигазой;
- Д) синтез праймера.

Ответ

АДВБГ

Сначала открывается матрица, затем создаётся $3'$ -конец праймера, идёт синтез; после замены праймера разрывы сшивает лигаза.

Задание 3

В двуцепочечной ДНК 1200 нуклеотидов, из них 360 — аденин. Сколько нуклеотидов гуанина содержится в молекуле?

Ответ

240

$A=T=360$, значит $A+T=720$. На $G+C$ остаётся 480, а $G=C$, поэтому $G=240$.

Задание 4

Заполните пропуски А и Б.

Процесс	Матрица	Продукт
Транскрипция	А: _____	РНК
Трансляция	мРНК	Б: _____

Ответ

А — матричная цепь ДНК; Б — полипептид

Транскрипция переписывает нуклеотидную информацию, трансляция переводит её в последовательность аминокислот.

Задание 5

Выберите три события процессинга пре-мРНК эукариот.

- 1) присоединение аминокислоты к тРНК;
- 2) удаление интронов;
- 3) удвоение ДНК;
- 4) соединение экзонов;
- 5) добавление 5'-кэпа;
- 6) репликация центромеры.

Ответ

245

К процессингу относятся кэпирование, сплайсинг и полиаденилирование; остальные процессы происходят отдельно.

Задание 6

Расположите этапы экспрессии эукариотического гена:

- А) процессинг пре-мРНК;
- Б) синтез пре-мРНК;
- В) трансляция;
- Г) связывание РНК-полимеразы с промотором;
- Д) выход мРНК из ядра.

Ответ

ГБАДВ

Транскрипция начинается с промотора, затем пре-мРНК созревает, экспортируется и считывается рибосомой.

Задание 7

Заполните пропуски: кодон — три нуклеотида (А) _____, определяющие аминокислоту или стоп; антикодон — три нуклеотида (Б) _____, комплементарные кодону.

Ответ

А — мРНК; Б — тРНК

Кодон читается рибосомой на мРНК, антикодон доставляющей аминокислоту тРНК узнаёт его комплементарно.

Задание 8

Выберите три свойства генетического кода.

- 1) неперекрываемость;
- 2) один кодон всегда кодирует несколько аминокислот;
- 3) вырожденность;
- 4) между кодонами обязательно стоят специальные разделители;
- 5) триплетность;
- 6) код различен у каждой ткани.

Ответ

135

Один кодон однозначен, но одна аминокислота может иметь несколько кодонов; код считывается последовательно без разделителей.

Задание 9

Дайте определение транскрипции.

Ответ

Синтез РНК на матрице ДНК.

Задание 10

Чем кодирующая цепь отличается от матричной?

Ответ

Для данного транскрибируемого участка матричная цепь ДНК комплементарна и антипараллельна первичному РНК-транскрипту. Кодирущая цепь, записанная 5'→3', совпадает с ним по последовательности оснований с заменой Т на U. Зрелая эукариотическая мРНК после удаления интронов уже не совпадает с непрерывным полным участком кодирующей цепи; сравнивают соответствующие экзонные последовательности.

Задание 11

Назовите три основные модификации пре-мРНК.

Ответ

5'-кэпирование, сплайсинг и добавление поли(А)-хвоста.

Задание 12

Что удаляется при сплайсинге?

Ответ

Интроны; экзоны соединяются.

Задание 13

Какова роль тРНК?

Ответ

Доставляет аминокислоту и распознаёт кодон мРНК антикодоном.

Задание 14

Какой фермент присоединяет аминокислоту к тРНК?

Ответ

Аминоацил-тРНК-синтетаза.

Задание 15

Назовите старт- и стоп-кодоны.

Ответ

AUG; UAA, UAG и UGA.

Задание 16

В каком направлении рибосома читает мРНК?

Ответ

5'→3'.

Задание 17

Что значит вырожденность генетического кода?

Ответ

Одну аминокислоту могут кодировать несколько разных кодонов.

Задание 18

Что такое полисома?

Ответ

Несколько рибосом, одновременно транслирующих одну мРНК.

Задание 19

Из чего состоит нуклеосома?

Ответ

Из участка ДНК, обёрнутого вокруг октамера гистонов.

Задание 20

Что происходит с lac-репрессором в присутствии аллолактозы?

Ответ

Аллолактоза связывает репрессор, меняет его форму и снижает сродство к оператору.

Средний уровень**Задание 21**

Выберите три компонента, непосредственно участвующие в трансляции.

- 1) липаза;
- 2) рибосома;
- 3) центриоль;
- 4) аминоксил-тРНК;
- 5) ДНК-полимераза;
- 6) мРНК.

Ответ

246

Матрица мРНК, рибосома и заряженные тРНК образуют рабочую систему синтеза белка.

Задание 22

Установите последовательность удлинения полипептида:

- А) образование пептидной связи;
- Б) распознавание кодона антикодоном;
- В) вход аминоацил-тРНК в А-сайт;
- Г) выход пустой тРНК;
- Д) транслокация рибосомы.

Ответ

ВБАДГ

Сначала тРНК занимает А-сайт и узнаёт кодон, затем образуется связь, рибосома сдвигается и пустая тРНК покидает Е-сайт.

Задание 23

Сравните экспрессию генов у бактерий и эукариот: у бактерий транскрипция и трансляция (А) _____, у эукариот разделены (Б) _____; процессинг пре-мРНК выражен главным образом у (В) _____.

Ответ

А — могут быть сопряжены; Б — ядерной оболочкой; В — эукариот

Отсутствие ядра позволяет бактериальным рибосомам начинать трансляцию ещё до завершения транскрипции.

Задание 24

После мутации активность фермента снизилась до 15% нормы, количество мРНК осталось 100%, а количество белка — 95%. На каком уровне вероятнее всего возник дефект? Обоснуйте по данным.

Ответ

Вероятнее изменена аминокислотная последовательность или укладка белка, то есть его каталитическая функция, а не транскрипция или стабильность белка

Нормальные уровни мРНК и белка исключают сильный дефект их синтеза; резко снижена именно удельная активность.

Задание 25

Выберите три метода, позволяющие изучать наследственную информацию.

- 1) измерение артериального давления;
- 2) определение прозрачности воды на глаз;
- 3) подсчёт дыхательных движений;
- 4) электрофорез фрагментов;
- 5) секвенирование ДНК;
- 6) ПЦР.

Ответ

456

Секвенирование, ПЦР и электрофорез непосредственно анализируют или амплифицируют нуклеиновые кислоты.

Задание 26

Выберите три последствия делеции одного нуклеотида в начале кодирующей области.

- 1) неизбежное увеличение числа хромосом;
- 2) обязательное удвоение гена;
- 3) сдвиг рамки считывания;
- 4) превращение ДНК в РНК;
- 5) изменение многих последующих кодонов;
- 6) возможный преждевременный стоп-кодон.

Ответ

356

Делеция, не кратная трём, меняет рамку и часто создаёт ранний стоп; число хромосом при этом не меняется.

Задание 27

Расположите этапы уплотнения ДНК в упрощённой учебной модели:

- А) нуклеосомная нить;
- Б) двойная спираль ДНК;
- В) организация хроматина в петлевые домены;
- Г) метафазная хромосома.

Ответ

БАВГ. ДНК образует нуклеосомы, нуклеосомная нить организуется в петли и уплотняется при формировании митотической хромосомы. Упаковка в живой клетке динамична; обязательную регулярную 30-нм фибриллу эта модель не предполагает.

Задание 28

Заполните пропуски в упрощённой модели отрицательной регуляции lac-оперона. Остальные условия одинаковы.

Условия	Репрессор	Транскрипция
Лактоза отсутствует	А: _____	Б: _____
Лактоза присутствует	Инактивирован аллолактозой	В: _____

Ответ

А — связан с оператором; Б — блокирована; В — разрешена/усиливается

Индуктор меняет форму репрессора и освобождает оператор для движения РНК-полимеразы.

Задание 29

Почему эухроматин обычно транскрибируется активнее гетерохроматина?

Ответ

Он менее конденсирован, поэтому промоторы и регуляторные области доступнее факторам и РНК-полимеразе.

Задание 30

В чём отличие промотора от старт-кодона?

Ответ

Промотор — участок ДНК для начала и регуляции транскрипции; старт-кодон — триплет мРНК, задающий начало трансляции.

Задание 31

Объясните роль хеликазы, РНК-праймера и фрагментов Оказаки при репликации. Почему ведущая и отстающая цепи синтезируются неодинаково?

Ответ

Хеликаза разделяет цепи ДНК. Праймаза образует РНК-праймер со свободным 3'-ОН, от которого ДНК-полимераза удлиняет новую цепь только 5'→3'. Матрицы антипараллельны: ведущая цепь синтезируется непрерывно по направлению движения вилки, отстающая — фрагментами Оказаки. После удаления праймеров и достройки ДНК лигаза соединяет фрагменты.

Задание 32

Постройте причинную цепь от мутации промотора через мРНК и белок до изменения признака. Почему при этом может сохраняться аминокислотная последовательность белка?

Ответ

Мутация промотора меняет связывание регуляторных белков или РНК-полимеразы → меняется интенсивность транскрипции → количество мРНК → количество белка → клеточный процесс → признак. Если кодирующая область не затронута и процессинг нормален, аминокислотная последовательность продукта может сохраниться.

Задание 33

Сравните кодирующую и матричную цепи ДНК по отношению к синтезируемой РНК. В каких направлениях РНК-полимераза читает матрицу и удлиняет РНК?

Ответ

Матричная цепь комплементарна и антипараллельна синтезируемой РНК. Кодировочная совпадает по порядку оснований с первичным транскриптом соответствующего участка, если заменить Т на У и записать обе последовательности 5'→3'. Полимераза движется по матрице 3'→5', а РНК растёт 5'→3'.

Задание 34

В пре-мРНК имеются длинные интроны, суммарно превышающие длину добавляемых концевых участков. Объясните, почему зрелая мРНК короче пре-мРНК, хотя при созревании добавляются кэп и поли(А)-хвост. Какова роль экзонов и сплайсинга?

Ответ

Экзоны сохраняются в зрелой РНК, интроны удаляются при сплайсинге, а соседние экзоны соединяются. К 5'-концу добавляется кэп, к 3'-концу — поли(А)-хвост. По условию удаляемые участки суммарно длиннее добавляемых, поэтому зрелая мРНК короче. Экзоны могут включать как кодирующие, так и нетранслируемые области.

Задание 35

Опишите инициацию, элонгацию и терминацию трансляции. Проследите движение тРНК через А-, Р- и Е-сайты во время элонгации. Какова роль старт- и стоп-кодонов?

Ответ

При инициации стартовый кодон AUG задаёт начало считывания; инициаторная тРНК занимает Р-сайт. При элонгации очередная заряженная тРНК входит в А-сайт, образуется пептидная связь, затем рибосома смещается: тРНК с растущим полипептидом оказывается в Р-сайте, пустая тРНК выходит через Е-сайт. Стоп-кодон распознаёт фактор терминации, и полипептид освобождается.

Задание 36

Что такое кодон и как читаются три его основания? Почему по аминокислотной последовательности обычно нельзя однозначно восстановить последовательность ДНК?

Ответ

Кодон — три последовательных нуклеотида мРНК; его читают 5'→3'. Генетический код вырожден: большинство аминокислот имеют несколько кодонов. Поэтому одной последовательности белка обычно соответствует несколько возможных кодирующих последовательностей. Кроме того, белок не сообщает последовательности интронов и регуляторных участков гена.

Задание 37

Сравните состояние *lac*-оперона без лактозы и при её наличии, считая остальные условия одинаковыми. Укажите роли промотора, оператора, репрессора и структурных генов. Как действует аллолактоза?

Ответ

Промотор служит участком связывания аппарата транскрипции, оператор — регуляторным участком связывания репрессора. Без лактозы репрессор препятствует транскрипции структурных генов. При появлении лактозы образуется аллолактоза: она связывает репрессор и уменьшает его сродство к оператору. Транскрипция становится возможной; её уровень также зависит от глюкозы и комплекса CAP-цАМФ.

Задание 38

Объясните участие нуклеосом, петель хроматина и белков упаковки в формировании митотической хромосомы. Почему сильная конденсация полезна при делении, но ограничивает транскрипцию?

Ответ

ДНК оборачивается вокруг гистоновых октамеров, образуя нуклеосомы. Нуклеосомная нить формирует петли и уплотняется с участием белков, включая конденсины. Компактные хромосомы легче распределить между дочерними клетками, уменьшая перепутывание и повреждение ДНК. Одновременно доступность ДНК для аппарата транскрипции резко снижается.

Задание 39

В реакционной смеси есть матрица ДНК, нуклеотиды и ДНК-полимераза, но нет праймера со свободным 3'-концом. Начнётся ли обычная репликация? Объясните.

Ответ

Нет. ДНК-полимераза удлиняет уже существующую цепь, присоединяя нуклеотиды к её свободной 3'-ОН-группе. Для начала синтеза нужен праймер; при репликации его обычно создаёт праймаза.

Задание 40

Какое различие между кодоном и антикодоном? Где они находятся и как взаимодействуют?

Ответ

Кодон — три нуклеотида мРНК, задающие аминокислоту или сигнал завершения трансляции. Антикодон — три нуклеотида тРНК. При распознавании аминокислотного кодона они взаимодействуют комплементарно и антипараллельно. Стоп-кодона обычно распознаются белковыми факторами терминации, а не тРНК.

Высокий уровень

Задание 41

Спланируйте опыт по влиянию температуры на активность ДНК-полимеразы *in vitro*. Укажите переменные, контроль, постоянные условия, повторы и измеряемый результат.

Ответ

Независимая переменная — температура; зависимая — количество синтезированной ДНК за единицу времени; отрицательный контроль — без фермента или с инактивированным ферментом; одинаковы матрица, праймеры, нуклеотиды, pH и время; нужны независимые реакционные смеси

Корректный дизайн изменяет только температуру и сравнивает продукт синтеза с процедурным фоном.

Задание 42

У ингибитора сплайсинга количество пре-мРНК выросло, зрелой мРНК снизилось, а транскрипция не изменилась. Сделайте вывод и предскажите изменение количества белка.

Ответ

Ингибитор нарушает превращение пре-мРНК в зрелую мРНК, а не её синтез. Количество нормально транслируемого белка снизится из-за дефицита зрелой мРНК

Вывод опирается на разнонаправленные изменения предшественника и продукта при неизменной транскрипции.

Задание 43

Фрагмент кодирующей цепи ДНК: 5'-АТГ ГАА ТТТ ЦГА ТАА-3'. Запишите последовательность мРНК и число аминокислот в полипептиде до стоп-кодона.

Ответ

мРНК: 5'-АУГ ГАА УУУ ЦГА УАА-3'; 4 аминокислоты

Кодирующая цепь совпадает с мРНК, кроме Т→У; УАА — стоп и аминокислоту не кодирует.

Задание 44

Мутация уничтожила промотор гена, но кодирующая область осталась неизменной. Предскажите уровни мРНК и белка. Почему сохранная кодирующая последовательность сама по себе не гарантирует появления белка?

Ответ

РНК-полимераза не сможет нормально инициировать транскрипцию, поэтому мРНК и белка будет мало или не будет. Потенциальная последовательность белка в ДНК сохранна, но продукт не синтезируется без экспрессии

Задание 45

Предложите опыт, проверяющий, влияет ли конкретная последовательность промотора на интенсивность транскрипции. Используйте репортёрный ген.

Ответ

Создают конструкции с исследуемым и контрольным промотором перед одним и тем же репортёрным геном, вводят их в одинаковые клетки, нормируют число копий и измеряют репортёр/мРНК в независимых культурах; отрицательный контроль — конструкция без промотора

Задание 46

После удаления поли(А)-хвоста время жизни мРНК уменьшилось в четыре раза, но скорость её первичного синтеза не изменилась. Объясните снижение стационарного уровня мРНК и предскажите синтез белка.

Ответ

мРНК быстрее разрушается, поэтому при той же транскрипции её среднее количество снижается; рибосомы реже используют матрицу, и синтез белка уменьшается

Стационарный уровень определяется балансом синтеза и распада.

Задание 47

Почему бактерия быстро прекращает синтез ферментов утилизации лактозы после исчезновения субстрата?

Ответ

Активный репрессор связывается с оператором и препятствует транскрипции структурных генов; короткое время жизни бактериальной мРНК и белковая регуляция быстро уменьшают синтез ненужных ферментов, экономя ресурсы

Задание 48

В двуцепочечном участке ДНК 900 нуклеотидов, 20% всех нуклеотидов — гуанин. Определите число аденина и число водородных связей в участке.

Ответ

$A = 270$; водородных связей 1080

$G=C=180$, $A=T=(900-360)/2=270$. Пар $G\equiv C$ — 180, $A=T$ — 270; число связей: $180 \times 3 + 270 \times 2 = 1080$.

Задание 49

Почему интенсивное ацетилирование гистонов часто коррелирует с транскрипцией?

Ответ

Ослабляется положительный заряд/взаимодействие гистонов с ДНК, хроматин раскрывается и регуляторные участки становятся доступнее; это корреляция, зависящая от конкретной метки.

Задание 50

По мРНК синтезируется белок короче нормы. ДНК гена имеет правильную длину. Предложите причины на разных этапах.

Ответ

Ошибка сплайсинга или редактирования создаёт ранний стоп; нонсенс-мутация без изменения длины; преждевременная терминация/дефицит тРНК; последующий протеолиз. Проверяют последовательности ДНК, РНК и белка.

Задание 51

При репликации ДНК почему две новые цепи синтезируются неодинаково? Укажите минимум три причинно связанных шага и один способ экспериментальной проверки или наблюдаемый признак.

Ответ

Матрицы антипараллельны, а ДНК-полимераза синтезирует только 5'→3': ведущая цепь непрерывна, отстающая образуется фрагментами.

Проверка: при коротком импульсном мечении вновь синтезированной ДНК обнаруживаются короткие фрагменты, которые затем объединяются. Подавление лигазы вызывает их накопление.

Задание 52

Постройте причинную цепь от мутации промотора до фенотипа. Укажите минимум три причинно связанных шага и один способ экспериментальной проверки или наблюдаемый признак.

Ответ

Мутация промотора меняет связывание факторов/полимеразы → количество мРНК → количество белка → клеточный процесс → признак.

Проверка: сравнить одинаковый репортёрный ген под исходным и мутантным промотором, нормируя число копий. Измерить мРНК и белок в независимых культурах.

Задание 53

При транскрипции укажите направления движения полимеразы и синтеза РНК. Укажите минимум три причинно связанных шага и один способ экспериментальной проверки или наблюдаемый признак.

Ответ

- 1) РНК-полимераза присоединяет очередной рибонуклеотид к свободной 3'-ОН-группе растущей РНК, образуя фосфодиэфирную связь.
- 2) Поэтому цепь РНК удлиняется на 3'-конце, то есть синтез идёт 5'→3'.
- 3) РНК комплементарна и антипараллельна матрице, поэтому полимеразы движется по матричной цепи ДНК 3'→5'.

Проверка: провести транскрипцию *in vitro* на матрице известной последовательности и определить последовательность и концы продукта; они должны соответствовать указанной комплементарности и направлению удлинения.

Задание 54

В пре-мРНК имеются длинные интроны, суммарно превышающие длину добавляемых концевых участков. Объясните, почему зрелая мРНК короче пре-мРНК, хотя при созревании добавляются кэп и поли(А)-хвост. Какова роль экзонов и сплайсинга? Укажите три причинно связанных шага и способ экспериментальной проверки.

Ответ

1) При сплайсинге интроны вырезаются из пре-мРНК.
2) Экзоны соединяются в непрерывную последовательность зрелой РНК.
3) По условию суммарная длина удалённых интронов больше добавленных кэпа и поли(А)-хвоста, поэтому итоговая молекула короче.
Проверка: сравнить размеры и состав РНК при нормальном и подавленном сплайсинге, используя зонды к экзону и интрону. При блоке ожидается накопление более длинного интронсодержащего предшественника и уменьшение правильно сплайсированного продукта.

Задание 55

Спроектируйте отрицательный контроль для опыта, в котором в клетки доставляют молекулу, предположительно усиливающую транскрипцию гена.

Ответ

Контрольные клетки проходят ту же процедуру доставки и получают тот же растворитель/носитель без активной молекулы; так отделяют эффект вещества от процедуры и носителя

Задание 56

Объясните путь синтезируемого на мембранных рибосомах секреторного белка от мРНК до выхода из клетки.

Ответ

Трансляция начинается на рибосоме, сигнальный пептид направляет комплекс к шероховатой ЭПС; белок поступает в ЭПС, модифицируется в аппарате Гольджи, упаковывается в везикулу и выделяется экзоцитозом

Задание 57

Почему иРНК и белки не проходят свободно через фосфолипидный бислой ядерной оболочки, а перемещаются через поровые комплексы?

Ответ

Это крупные полярные молекулы; гидрофобная сердцевина бислоя для них непроницаема. Ядерные поры обеспечивают избирательный транспорт по сигнальным последовательностям

Задание 58

Почему синтез РНК и белка косвенно зависит от клеточного дыхания? Назовите не менее двух энергозависимых звеньев.

Ответ

Клеточное дыхание поддерживает запас АТФ и образование других нуклеозидтрифосфатов. АТФ расходуется при присоединении аминокислот к тРНК и в ряде процессов транспорта и созревания РНК. При трансляции GTP расходуется на доставку тРНК и перемещение рибосомы. Синтез РНК обеспечивается энергией самих рибонуклеозидтрифосфатов. Поэтому недостаток энергетических ресурсов может замедлять оба процесса; АТФ также может образовываться другими путями, например в гликолизе.

Задание 59

Сравните последствия делеции промотора, экзона и сайта сплайсинга одного гена.

Ответ

Делеция промотора меняет количество транскрипта; делеция экзона меняет кодирующую/функциональную последовательность; дефект сайта сплайсинга создаёт неправильную зрелую РНК. На каждом пути проверяют ДНК, РНК и белок.

Задание 60

Постройте опыт, показывающий сопряжение транскрипции и трансляции у бактерий.

Ответ

Коротко импульсно метят новую РНК и белок, визуализируют рибосомы на растущих транскриптах; ингибитор транскрипции прекращает появление новых полисом. Эукариотическая клетка служит сравнением пространственного разделения.

[Все материалы курса «Биология ЕГЭ»](#)

[Следующий урок: Урок 8. Митоз, мейоз и гаметогенез](#)