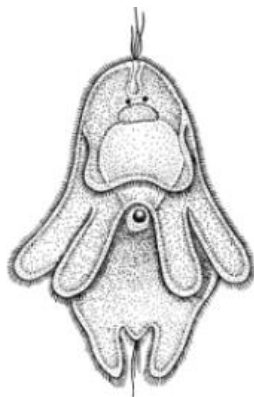


Межрегиональные предметные олимпиады КФУ
профиль «Биология»
заключительный этап (ответы)
2020-2021 учебный год
11 класс

Задание 1. (10 баллов)

Как называется эта симпатичная личинка? Для какой группы животных (класса, отряда) она характерна?



Ответ. На рисунке представлена мюллеровская личинка, характерная для отряда Многоветвистых (поликлад) класса Ресничных червей (турбеллярий)

Максимальное кол-во баллов – 10 (4 - указание названия личинки, 3 - указание класса, 3 - указание отряда).

Задание 2. (10 баллов)

Установите соответствие между названием животного и характерным для него типом бластулы:

- А – Ланцетник
- Б – Лягушка
- В – Курица
- Г – Таракан
- Д – Человек

- 1 – Дискобластула
- 2 – Целобластула
- 3 – Блостоциста
- 4 – Амфибластула
- 5 – Перибластула

Ответ:

А	Б	В	Г	Д
2	4	1	5	3

Максимальное кол-во баллов – 10 (по 2 за каждый правильно вписанный тип бластулы).

Задание 3. (10 баллов)

Осенью листья березы желтеют, но не равномерно на всем дереве, а сначала на отдельных ветвях. Какими причинами это может быть вызвано? Ответ обоснуйте.

Ответ. Этот феномен обуславливается неравномерностью снижения интенсивности биохимических и физиологических процессов, происходящих в процессе подготовки растений к зимнему периоду. Желтый цвет определяется наличием каротиноидов, которые всегда присутствуют в листьях, при этом в период вегетации большое количество хлорофилла перебивает цвет на зеленый. Хлорофилл достаточно нестоек и разрушается, но его содержание быстро восстанавливается за счет активного биосинтеза. С понижением температуры сужаются сосуды, переносящие воду и метаболиты внутри листа и между растением и листом, это приводит к тому, что хлорофилл перестает синтезироваться и постепенно пропадает из листа. Однако разные части растения имеют разную толщину сосудов, и те ветки, у которых изначально заужены сосуды, получают этот «сигнал» раньше и теряют хлорофилл быстрее.

Максимальное кол-во баллов – 10 (3 – за указание причины пожелтения листьев: из-за истощения пула хлорофилла, 3 – за указание связи истощения пула хлорофилла с неточностью биосинтеза, 4 – за предположение, что снижение биосинтеза связано с пропускной способностью проводящих тканей растений).

Задание 4. (15 баллов)

Реализация генетической информации идет в направлении ДНК- РНК-белок. При этом возможен синтез ДНК на ДНК матрице, ДНК на РНК матрице, РНК на РНК-матрице. Но нет синтеза на матрице белка. Назовите причины, которые делают невозможным этот процесс. Смоделируйте ситуацию, когда синтез на матрице белка возможен. Ответ обоснуйте.

Ответ. Основным ограничением является существование белков в третичной структуре. Для однозначного считывания информации молекула должна быть в линейной форме, а нарушение третичной структуры приводит к необратимой денатурации белка и выпадению в нерастворимый осадок.

При этом предлагаемая обычно неоднозначность подбора триплетов из-за вырожденности генетического кода не является препятствием, так как можно использовать допустим только один триплет для одной аминокислоты.

Теоретически синтез может быть возможен в тех случаях, когда белки образуют линейные надмолекулярные структуры в виде цепочек, состоящих из некоторого набора различных отдельных молекул, связывание каждой из которых с гипотетической белок-зависимой РНК полимеразой приводит к изменению конформации активного центра последней и распознаванию различных «носителей» нуклеотидов, например, по образу обратной трансляции, когда полимеразы связывает определенную молекулу РНК, а на ней находится участок («антикодон»), служащий матрицей для синтеза. Возможен синтез как РНК, так и ДНК, но только в одноцепочечном виде с последующей достройкой стандартной полимеразой.

Можно предложить и другие варианты решения, например, взяв за основу механизм распознавания белковой «матрицы» механизм распознавания антигенов антителами.

Максимальное кол-во баллов – 15 (5 – за указание основного ограничения, 10 – за биологически непротиворечивую формулировку модели, где синтез на матрице белка возможен)

Задание 5. (10 баллов)

Последнее время все больше бактерий становятся невосприимчивы к антибиотикам. Перечислите молекулярные механизмы, которые используют бактерии для снижения восприимчивости к антибактериальным препаратам.

Ответ.

Фенотипические механизмы:

- активный синтез капсулы и образование биопленки, за счет чего создается диффузный барьер для антимикробного препарата.
- активация эффлюкс систем – молекулярных насосов, интенсивно выводящих антимикробный препарат из клетки.
- повышение уровня биосинтеза мишени антибиотика для восполнения недостатка биомолекулы-мишени ввиду ее инактивации антибиотиком.
- использование других биохимических путей, в составе которых отсутствует инактивированный белок-мишень.

Генетические механизмы:

- приобретение генов, кодирующих ферменты способные разрушать или модифицировать антимикробный препарат.
- возникновение мутации в гене, кодирующем мишень для антибиотика (белок, рРНК). В результате антимикробный препарат теряет сродство к мишени.

Максимальное кол-во баллов – 10 (по 2 за правильно названный фенотипический или генетический механизм).

Задание 6. (15 баллов)

Скрестили животных с генотипами ABC и abc. Гены характеризуются полным доминированием, в гетерозиготном состоянии пенетрантность аллеля А - 50%, аллеля В - 20%, аллеля С - 10%. Какова вероятность получить животных с фенотипами ABC и abc у потомков?

Ответ. Тригибридное скрещивание дает 8 классов фенотипов 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1.

Если бы не была указана пенетрантность, то вероятность фенотипа ABC составила бы 27/64 и abc 1/64.

Но в гетерозиготном состоянии пенетрантность аллеля А - 50%, аллеля В - 20%, аллеля С - 10%, т.е. аллель А не проявляется в 50% у таких особей, аллель В – в 80%, аллель С – в 90%.

Чтобы решить данную задачу нужно нарисовать решетку Пеннета и отметить в каких случаях возникает тот или иной фенотип с учетом пенетрантности.

Фенотип abc может возникнуть у

100% потомков с генотипом aabbcc (1/64 часть потомства),

50% потомков с генотипом Aabbcc (2/64 часть потомства),

80% потомков с генотипом aaBbcc (2/64 часть потомства),

90% потомков с генотипом aabbCc (2/64 часть потомства).

Более того, фенотип abc может возникнуть у

40% (0,5×0,8) потомков с генотипом AaBbcc (4/64 часть потомства),

72% (0,8×0,9) потомков с генотипом aaBbCc (4/64 часть потомства),

45% (0,5×0,9) потомков с генотипом AabbCc (4/64 часть потомства),

36% (0,5×0,8×0,9) потомков с генотипом AaBbCc (8/64 часть потомства).

Значит вероятность такого фенотипа следующая:

$$1/64 + 0.5 \times 2/64 + 0.8 \times 2/64 + 0.9 \times 2/64 + 0.4 \times 4/64 + 0.72 \times 4/64 + 0.45 \times 4/64 + 0.36 \times 8/64 = 22,75\%$$

Фенотип ABC может возникнуть у

100% потомков с генотипом AABVCC (1/64 часть потомства),

50% потомков с генотипом AaBVCC (2/64 часть потомства),

20% потомков с генотипом AABvCC (2/64 часть потомства),

10% потомков с генотипом AABVcC (2/64 часть потомства).

Более того, фенотип abc может возникнуть у

10% (0,5×0,2) потомков с генотипом AaBvCC (4/64 часть потомства),

2% (0,2×0,1) потомков с генотипом AABvCc (4/64 часть потомства),

5% ($0,5 \times 0,1$) потомков с генотипом AaBBcc (4/64 часть потомства),

1% ($0,5 \times 0,2 \times 0,1$) потомков с генотипом AaBbCc (8/64 часть потомства).

Значит вероятность такого фенотипа следующая:

$1/64 + 0.5 \times 2/64 + 0.2 \times 2/64 + 0.1 \times 2/64 + 0.1 \times 4/64 + 0.02 \times 4/64 + 0.05 \times 4/64 + 0.01 \times 8/64 = 3,28\%$

Максимальное кол-во баллов – 15 (5 – за правильное определение пенетрантности, 10 – за правильное решение задачи, возможен частичный зачет баллов, если есть правильные элементы решения).

Задание 7. (30 баллов)

Одним из перспективных подходов к управлению экспрессией генов является использование РНК-интерференции. В чем суть этого явления? Какие есть ограничения у такого управления генами, и какие преимущества? С какими заболеваниями можно справиться с помощью использования препаратов, принцип действия которых основан на РНК-интерференции и что из себя такие препараты могут представлять?

Ответ. РНК-интерференция (РНКи) - это биологический процесс, в котором молекулы РНК подавляют экспрессию или трансляцию генов путем нейтрализации целевых молекул мРНК. Два типа малых молекул РНК - микроРНК (миРНК) и малая интерферирующая РНК (миРНК) - играют центральную роль в РНК-интерференции. РНК являются прямыми продуктами генов, и эти небольшие РНК могут направлять ферментные комплексы на разрушение молекул информационной РНК (мРНК) и, таким образом, снижать их активность, предотвращая трансляцию, посредством посттранскрипционного молчания генов. Более того, транскрипция может подавляться с помощью механизма пре-транскрипционного сайленсинга РНК-интерференции, посредством которого ферментный комплекс катализирует метилирование ДНК в геномных положениях, комплементарных комплексной миРНК или миРНК. РНК-интерференция играет важную роль в защите клеток от паразитарных нуклеотидных последовательностей - вирусов и транспозонов.

Путь РНКи инициируется ферментом Дайсер, который расщепляет молекулы длинных двухцепочечных РНК (дцРНК) на короткие двухцепочечные фрагменты миРНК из 21 нуклеотида. Каждая миРНК разматывается на две одноцепочечные РНК (оцРНК), пассажирскую цепь и направляющую цепь. Пассажирская цепь разрушается, а направляющая цепь включается в РНК-индуцированный комплекс молчания (RISC). Наиболее хорошо изученным результатом является посттранскрипционное молчание генов, которое происходит, когда направляющая цепь соединяется с комплементарной последовательностью в молекуле информационной РНК и индуцирует расщепление с помощью Argonaute 2 (Ago2), каталитического компонента RISC.

РНКи является ценным инструментом исследования, потому что синтетическая дцРНК, введенная в клетки, может выборочно и надежно индуцировать супрессию конкретных генов. РНКи может помочь идентифицировать компоненты, необходимые для конкретного клеточного процесса или такого значимого события, как деление клетки. РНКи также используется в качестве практического инструмента в биотехнологии, медицине.

РНКи может использоваться для лечения патологий, которые могут быть купированы исключением конкретного гена или снижением его активности. Теоретически можно лечить вирусные заболевания.

Однако основной проблемой является доставка в клетки, если это возможно в культуре клеток, то почти невозможно в организме. Также встает вопрос цены – необходимо получать синтетическим путем высокоочищенную РНК, которая достаточно нестабильна.

Максимальное кол-во баллов – 30 (10 – за расшифровку сути явления с указанием, что это подавление активности генов за счет нейтрализации молекул мРНК с указанием что это происходит при помощи малых интерферирующих РНК, 7 – за указание конкретного молекулярного механизма РНКи с упоминанием конкретных ферментных комплексов Дайсер и RISC, 3 – за указание исследовательской и научной применимости процесса РНКи как способа заставить замолчать целевой ген, 5 – за указание типа патологий, которые можно попытаться лечить при помощи использования РНКи (для которых нужно снижение либо выключение активности какого-то гена), 5 – за указание проблем с доставкой и стабильностью интерферирующих РНК.