

Всесибирская олимпиада по биологии 2016-17. 3 этап

24 февраля 2017

10 – 11 классы

Часть 1. Задания по рисункам и на сопоставление

1. Семейства растений и признаки. (18 баллов)

В каких из представленных в таблице семейств растений встречаются нижеперечисленные признаки?

Семейства	Признаки	
Крестоцветные	1. Четырехчленный цветок 2. Лепестков обычно пять свободных 3. Сросшиеся чашелистики	7. Соцветие кисть 8. Соцветие щиток 9. Соцветие головка
Розоцветные	4. Пестиков много или один 5. Тычинок обычно десять 6. Тычинок шесть	10. Семена без эндосперма 11. Плод стручок
Бобовые		12. Листья всегда без прилистников 13. Древесные растения

Заполните таблицу в бланке ответов (запишите номера в порядке увеличения)

ОТВЕТ

Семейство	Номера признаков
Крестоцветные	1, 6, 7, 10, 11, 12
Розоцветные	2, 4, 7, 8, 10, 13
Бобовые	3, 5, 7, 9, 11, 13

Критерии оценки: по 1 баллу за каждый правильный номер. Если написано больше 6 признаков, за лишний - балл снимается.

2. Жизненные циклы растений. (25 баллов).

На рисунках изображены жизненные циклы растений, относящихся к разным отделам высших растений. Буквы А-З на рис. I и числа 1-10 на рис. II обозначают некоторые структуры, а буква И и числа 11 и 12 – процессы.

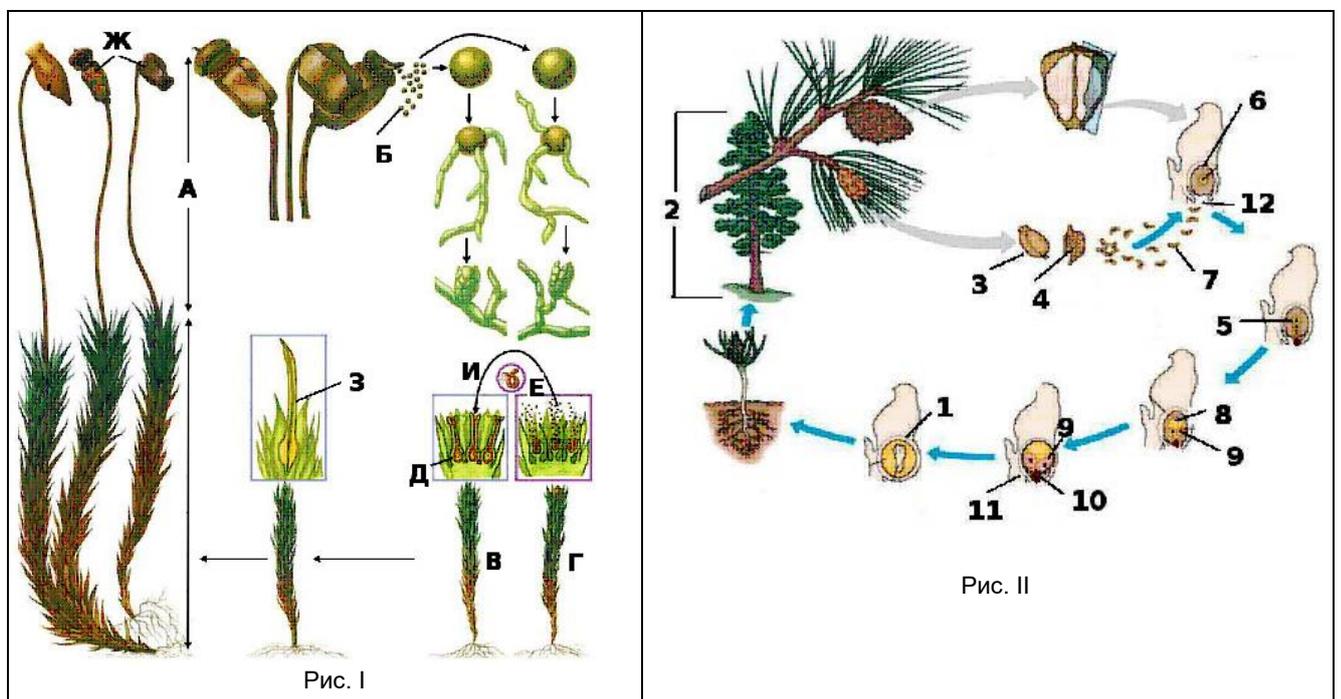
Укажите, какие структуры из цикла голосеменных соответствуют структурам из цикла моховидных: под буквами (цикл моховидных) впишите числа (гомологичные структуры из цикла голосеменных).

В следующей строке под каждой структурой подпишите ее плоидность.

Как называется процесс, обозначенный буквой И на рис. I, каким числом он обозначен на рис. II?

Напишите, что обозначают "лишние" числа в цикле голосеменных растений.

Обведите в таблице обозначения тех структур, где происходит мейоз.



Ответ

Рис.I	А	Б	В	Г	Д (клетка)	Е (клетка)	Ж	И (процесс)
Рис.II (числа)	2	4 5	8	7	9	10	3, 6 (мейоз)	11
Плоидность	2n	n	n	n	n	n	2n	название процесса оплодотворение

Обведены должны быть буква Ж и цифры 3, 6

"Лишние" числа	Что они обозначают
1	семя
12	опыление

Критерии оценки: 12 чисел на правильном месте по 1 баллу (12 баллов), за слова "оплодотворение", "семя", "опыление" по 1 баллу (3 балла), обведенные символы мейоза по 1 баллу (3 балла) и по 1 баллу за плоидность (7 баллов).

3. Паразит-хозяин (20 баллов).

<p>Определите пары «паразит – промежуточный хозяин» для организмов, представленных на рисунках. Назовите паразита, подпишите, к какому типу он относится, впишите в таблицу номер животного, который для данного паразита является промежуточным хозяином.</p>	<p>Паразиты</p>				
	<p>Хозяева</p>				

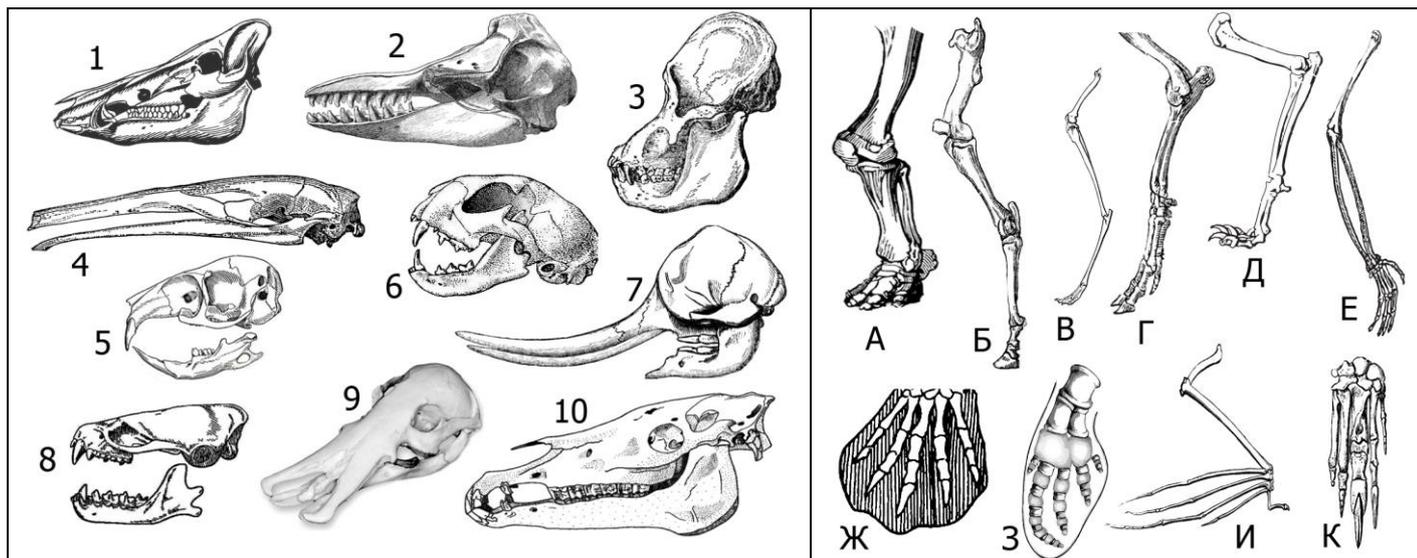
Ответ:

Паразит (буква)	А	Б	В	или В	Г	Д	или Д
Паразит (название)	беззубка или перловица (личинка глохидия)	грегарина	печеночный сосальщик	кошачья двуустка	волосатик	свиной цепень	широкий лентец
Тип, к которому относится паразит	Моллюски	Апикомплексы или Споровики	Плоские черви	Плоские черви	Круглые черви или Волосатики	Плоские черви	Плоские черви
Хозяин (цифра)	4	3	1	1, 4	5	2	4

Критерии оценки: по 2 балла за название паразита и по 1 б. за остальные клеточки.

4. Черепа и конечности. (30 баллов)

Определите, к каким **отрядам** относятся млекопитающие, чьи черепа изображены на рисунке. Подберите к каждому черепу соответствующие ему кости конечности. Ответ запишите в таблицу. (Если не знаете название отряда, впишите предполагаемый род животного).



Ответ

Череп	Отряд	Конечность
1	Парнокопытные	Г
2	Китообразные	З
3	Приматы	Е
4	Неполнозубые	К
5	Грызуны	В
6	Хищные	Д
7	Хоботные	А
8	Рукокрылые	И
9	Однопроходные (Яйцекладущие)	Ж
10	Непарнокопытные	Б

Критерии оценки: по 2 балла за название отряда (или 1 балл за род животного) и по 1 б. правильные буквы. (Если буква конечности соответствует правильному названию животного, но не соответствует черепу, это не оценивается).

5. Гормоны. (18 баллов).

По выполняемой функции определите **название гормона** и запишите в бланк ответов. Сопоставьте каждому гормону место его синтеза.

Функция гормона	Место синтеза
1 Увеличивает реабсорбцию воды в канальцах нефронов	А – Гипоталамус
2 Стимуляция секреции панкреатического сока	Б – Надпочечники
3 Регулирует углеводный обмен	В – Тонкая кишка
4 Стимулирует половое созревание и развитие организма по мужскому типу	Г – Гипофиз
5 Регулирует суточные биоритмы в соответствии с освещённостью	Д – Семенники
6 Контроль синтеза и секреции гормонов надпочечников	Е – Эпифиз

Ответ:

Функция	Гормон (название)	Место синтеза (буква)
1	Вазопрессин (АДГ, антидиуретический гормон)	А
2	Холецистокинин (ССК, панкреозимин)	В
3	Кортизол (гидрокортизон) или кортизон или глюкокортикоид	Б
4	Тестостерон или андроген	Д
5	Мелатонин	Е
6	АКТГ (адренокортикотропный гормон)	Г

Критерии оценки: по 2 балла за название гормона и по 1 б. за буквы.

6. Гибель клеток. (10 баллов).

Сравните два пути гибели клеток – **некроз** и **апоптоз**. Выберите события, которые происходят при некрозе и апоптозе. Впишите в бланк ответов под номером события букву Н либо А (где Н – некроз, А – апоптоз).

1. Активация сигнальных систем клетки	6. Разрыв ядерной оболочки
2. Фагоцитоз соседними клетками	7. Передача сигнала в клеточное ядро
3. Воспаление	8. Фагоцитоз макрофагами и лейкоцитами
4. Упорядоченное расщепление ДНК	9. Беспорядочное расщепление ДНК
5. Сморщивание цитоплазмы	10. Набухание цитоплазмы

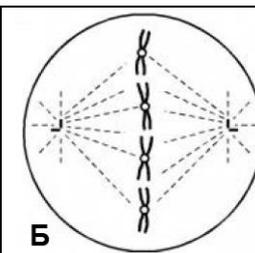
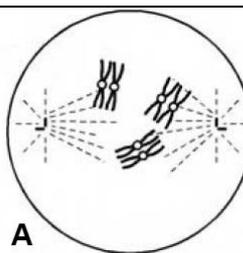
Ответ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	А	Н	А	А	Н	А	Н	Н	Н

Критерии оценки: 1 б за клеточку.

7. Хромосомы. (22 балла).

Для клеток, изображенных на рисунках, определите тип деления и стадию. Нарисуйте хромосомы дочерних клеток, образовавшихся в каждом делении. Могут ли эти две клетки принадлежать одному организму? Ответ обоснуйте.



Ответ

Название деления и его стадия.	мейоз-1 прометафаза или метафаза	3	митоз метафаза (2 б), либо мейоз-2 метафаза (3 б)	5
Нарисуйте хромосомы в дочерних клетках		4		4
Могут ли две исходные клетки принадлежать одному организму? Отв. обоснуйте.	Не могут, т.к. первая клетка $2n = 6$, вторая $2n = 4$ (если митоз) или $2n = 8$, если мейоз-2. Всего 6 баллов за полный ответ с указанием числа хромосом и разбором обоих случаев. За просто «нет» - ноль баллов			6

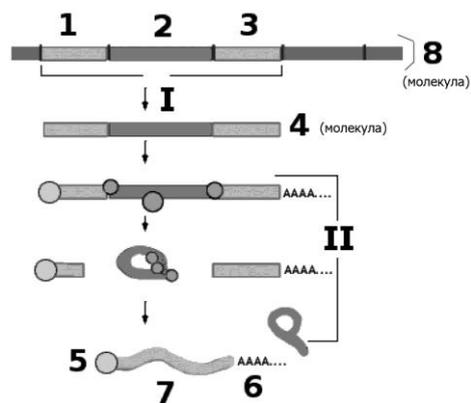
Критерии оценки. Баллы указаны в таблице справа от ячеек с ответом.

8. Молекулярные процессы. (12 баллов).

Определите, какие молекулярные процессы отмечены на рисунке римскими числами I и II.

Найдите в списке ниже термины, наиболее точно описывающие объекты, отмеченные цифрами на рисунке.

А. мРНК	Д. экзон	И. 5'-кэп
Б. пре-мРНК	Е. интрон	К. поли-А хвост
В. ДНК	Ж. промотор	
Г. оперон	З. терминатор	



Ответ:

I (название)	II (название)	1	2	3	4	5	6	7	8
транскрипция	сплайсинг (процессинг РНК)	Д	Е	Д	Б	И	К	А	В

Критерии оценки: За каждую правильную букву по 1 баллу, за процессы по 2 балла

Часть 2. Задачи.

1. Определите до отряда. (10 баллов)

В тексте приводится описание отряда животных. Определите его систематическое положение (тип, класс, отряд) Ответ обоснуйте.

Две пары конечностей. Гомойотермны, имеют 4-камерное сердце. Размеры тела от 9,5см до 1 м.. Большинство видов ярко окрашены, преобладающим цветом часто является травянисто-зеленый. Самым характерным признаком отряда является клюв. Высота клюва при основании больше чем вдвое превосходит его ширину, а иногда превосходит и длину. Сильно согнутое надклювье соединено с черепом подвижно, имеет при основании короткую восковицу. Головной мозг относительно крупный; хорошая память и развитая голосовая мускулатура. Многие виды охотно приручаются и проявляют незаурядный артистизм в цирках.

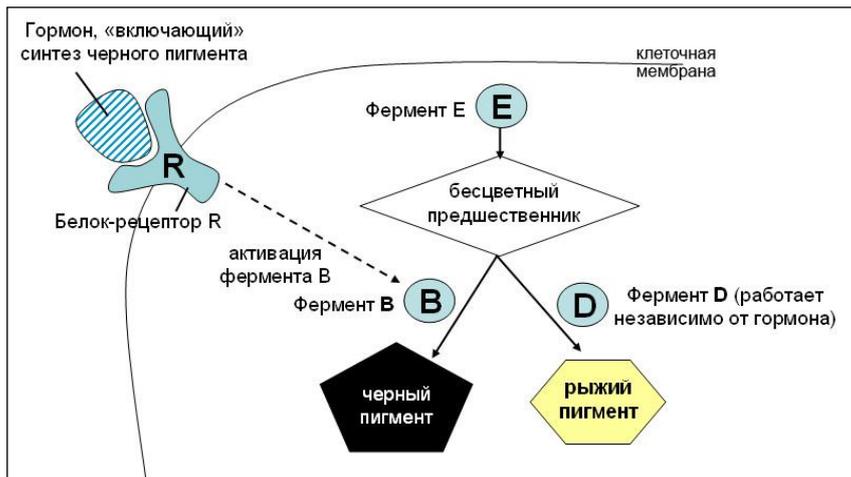
Ответ:

Тип Хордовые (1 б), Класс Птицы (1 б), Отряд Попугаеобразные (2 б).

Обоснование (6 баллов): Развитый головной мозг и наличие черепа — характеристики подтипа Позвоночные, или Черепные, относящегося к типу Хордовые. Две пары конечностей имеют представители надкласса Четвероногие (Наземные позвоночные). Гомойотермность и 4-камерное сердце характерны для классов Млекопитающие и Птицы, есть клюв – значит, это птица. Сильно согнутое надклювье и восковица имеются у хищных птиц и отряда Попугаеобразные. Хорошая память, способность подражать человеческой речи, приручаемость наблюдаются не только у попугаев, но и у птиц семейства Врановые. Однако подвижное соединение надклювья с черепом, яркая окраска подтверждают, что представлено описание отряда Попугаеобразные.

2. Задача по генетике. (30 баллов)

На рисунке показана упрощенная схема формирования цвета волос у человека. Клетки волосяных луковиц содержат ферменты для синтеза двух пигментов – черного (ген В) и рыжего (ген D) из общего бесцветного предшественника (для его синтеза необходим фермент E). Рыжий пигмент синтезируется всегда (если есть фермент D), а для синтеза черного нужен дополнительный гормональный сигнал. Гормон присоединяется к мембранному рецептору (белок R), рецептор передает сигнал в клетку и активирует фермент В.



Во всех указанных на схеме генах доминантные аллели отвечают за синтез полноценного функционального белка, а рецессивные означают отсутствие белка данного гена. Черный пигмент «забывает» рыжий, поэтому при синтезе обоих пигментов одновременно цвет волос будет черным. Белые волосы – отсутствие пигментов. Будем считать, что гормон, взаимодействующий с рецептором R, есть всегда.

- 1) Запишите все возможные генотипы по четырём указанным в схеме генам для людей с разным цветом волос. (Используйте при записи прочерки, если на этом месте может стоять любой аллель).

Ответ.

Цвет	Генотипы	Макс 7 баллов
Черный	$E_B_D_R_$ и $E_B_ddR_$	2 балла
Рыжий	$E_bbD_ _ _$ или $E_B_D_rr$	2 балла
Белый	$ee _ _ _ _ _ _ _ _$ или $E_bbdd _ _ _ _$ или E_B_ddrr	3 балла

- 2) Может ли в семье, где оба родителя рыжие, родиться черноволосый ребенок? Запишите схему скрещивания (со всеми генотипами), поясняющую ваш ответ.

Ответ.

Для рыжих родителей возможно два обобщенных генотипа (указаны в таблице). Если оба родителя имеют один генотип, то дети будут все рыжими (т.к. родители будут гомозиготами по одному и тому же рецессивному гену). Если же разный – то возможно. Схема скрещивания для этого случая:

$E_D_rrB_$ рыжий	x	$E_D_R_bb$ рыжий	2 балла за генотипы родителей. На месте прочерков могут указать конкретный аллель – это считать верным решением, т.к. требовалось привести пример).
------------------------	---	------------------------	---

Дальше расщепление и генотипы-фенотипы потомков зависят от того, какие конкретные генотипы будут написаны. Всего за вопрос 2 – 11 баллов.

- 3) В другой семье оба родителя гомозиготны по доминантному аллелю гена E, а по трем остальным генам гетерозиготны. Какова вероятность рождения у них ребенка
а) с таким же цветом волос, как у родителей; б) с таким же генотипом, как у родителей?

Ответ.

Родители $EE Bb Dd Rr$ волосы черные (за генотип 1 балл и фенотип 1 балл)

а) Вероятность детей с черными волосами $B_R_$ (по D все равно что) – $9/16$ 5 баллов
за решение с объяснением

б) Вероятность генотипа $EE Bb Dd Rr = (1/2)^3 = 1/8$ 5 баллов за решение с объяснением

Всего за вопрос 3) – 12 баллов.

3. Взаимодействие противоположных процессов в регуляции артериального давления. (23 балла)

Постоянство параметров внутренней среды организма в состоянии покоя обеспечивается балансом постоянно идущих процессов, направленных противоположно.

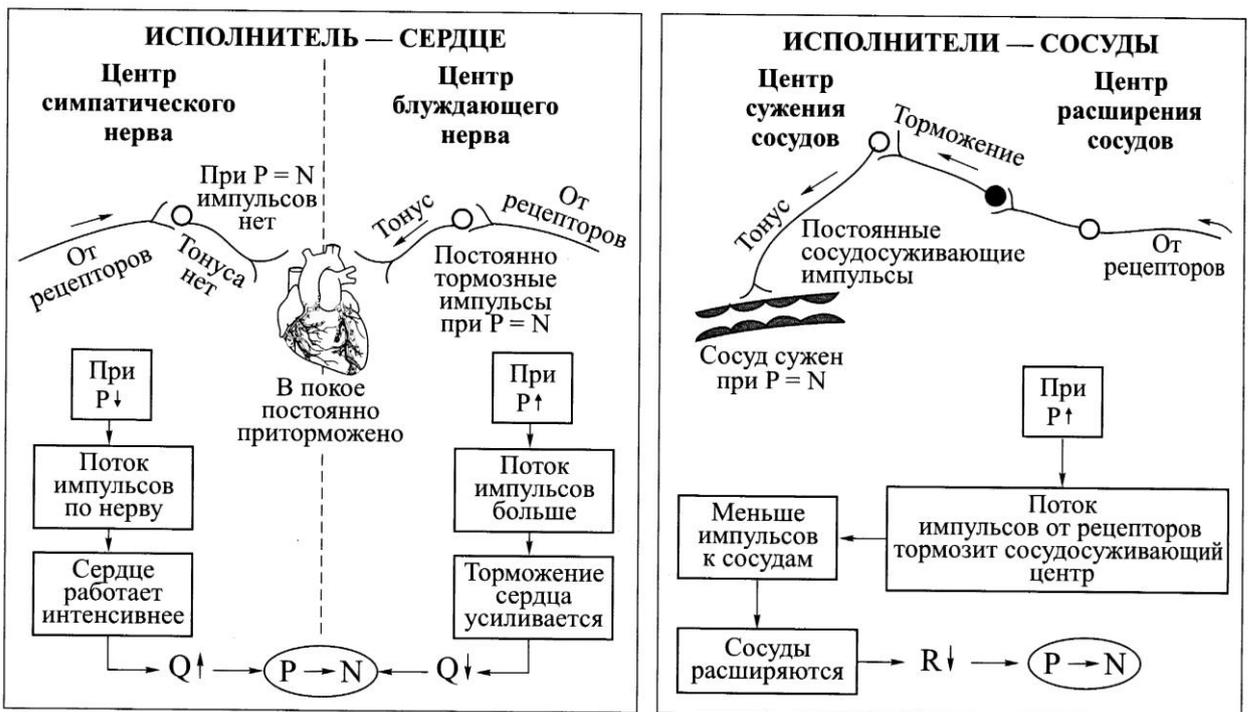
- 1) Объясните, какие конкретные постоянные потоки импульсов обеспечивают постоянство артериального давления крови. (7 баллов)
- 2) Нарисуйте схемы регуляции этих потоков. (10 баллов)
- 3) Приведите еще примеры, когда постоянство важных параметров обеспечивается постоянным протеканием разнонаправленных процессов. (до 3 баллов за пример, в зависимости от подробности)

Ответ.

1) В состоянии покоя к гладким мышцам сосудов идет постоянный поток импульсов по симпатическим нервам, что приводит к постоянному сужению сосудов, поддержанию сосудистого тонуса и повышению давления в системе кровообращения. В то же самое время по иннервирующему сердце блуждающему нерву идет постоянный поток импульсов, вызывающих торможение работы сердца и понижение давления. Сложение этих потоков и обеспечивает поддержание постоянного давления в состоянии покоя .

2) Следует нарисовать схемы нервной регуляции сосудистого тонуса (т.е. регуляции давления через сосудистый контур) и регуляции работы сердца через блуждающий нерв.

РЕГУЛЯЦИЯ ДАВЛЕНИЯ КРОВИ II

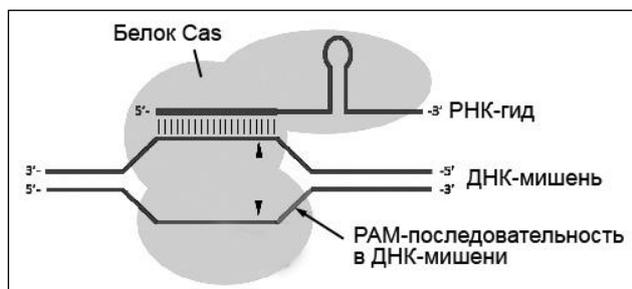


3) Два других примера разнонаправленных потоков, обеспечивающих постоянство: во-первых, существование на мембране возбудимых клеток потенциала покоя (МПП) при постоянных малых встречных токах ионов натрия и калия через клеточную мембрану, и, во-вторых, постоянно идущие в плазме крови на слабом уровне процессы свертывания и антисвертывания (образования фибрина и фибринолиза), обеспечивающие постоянный уровень разжижения крови. Еще пример – поддержание тонуса мышц.

4. Задача на вероятность. Мишени системы CRISPR/Cas. (15 баллов)

Недавно у бактерий была открыта CRISPR/Cas-система – специальные белки, уничтожающие чужеродную ДНК. Эти белки способны точно узнавать определенные последовательности-мишени в ДНК и разрезать ДНК по ним. С 2013 года молекулярные биологи стали использовать Cas-белки для внесения разрывов в геном эукариотических клеток в выбранном месте.

Схема работы белка Cas показана на рисунке.



Эндонуклеаза Cas9 работает в комплексе с РНК-гидом (названа так, потому что направляет белок к комплементарной этой РНК мишени). Рибонуклеопротеиновый комплекс Cas–РНК-гид вносит разрыв в ДНК при двух условиях: **во-первых**, 20 нуклеотидов РНК-гида должны быть комплементарны последовательности ДНК. **Во-вторых**, за двадцатью нуклеотидами ДНК, которые комплементарны РНК-гиду, должна следовать короткая последовательность, называемая РАМ (Protospacer Adjacent Motif) – ее узнает уже сам белок Cas.

Представьте, что вы планируете эксперимент. Целью является внесение разрыва в любой точке-мишени на участке генома длиной 10 тыс.п.н. Вы можете заказать синтез любой РНК-гида с единственным условием: она должна начинаться на G. Последовательность РАМ для вашего белка Cas – NGG (где N – любой нуклеотид)/ Допустим, вы синтезировали и используете все возможные РНК-гиды длиной 20 нуклеотидов, начинающиеся на G.

- 1) Посчитайте, сколько максимально точек разрыва вы можете получить на данном участке генома
- 2) Вы взяли другой белок Cas, у которого РАМ – NNAGAA. Проведите те же расчеты для этого случая.

Ответ:

- 1) вероятность встречи NGG = $2 \cdot (1/4)^2 = 1/8$. (Умножаем на 2 – потому что 2 цепи в ДНК).

Вероятность, что за 20 нуклеотидов до РАМ будет G = 1/4.

Всего вероятность встретить нужное сочетание – 1/32

В итоге на 10 тыс.п.н будет $10\,000 / 32 = 312,5$.

То есть, ожидается 312 потенциальных точек.

- 2) В случае с РАМ = NNAGAA

Вероятность встретить NNAGAA = $2 \cdot (1/4)^4 = 1 / 128$

Вероятность, что за 20 нуклеотидов до РАМ будет G = 1/4

на 10 тыс.п.н будет $10\,000 / (128 \cdot 4) = 78 / 4 = 19,5$

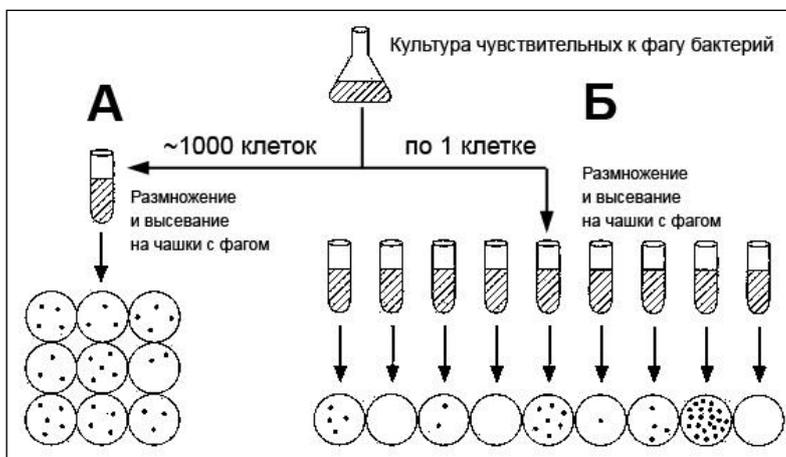
Ответ: 19 или 20

5. Что изучали в этом эксперименте на бактериях? (20 баллов)

Бактериофаги (или просто фаги) – это вирусы бактерий. Обычно после встречи с фагами гибнут все бактерии. Но иногда в бактериальных популяциях появляются устойчивые к ним клетки. Для изучения природы этого явления был поставлен эксперимент, схема которого приведена на рисунке.

В серии А эксперимента из большой популяции бактерий взяли образец, содержащий ~ 1000 клеток, размножили и выселили по примерно 20 млн. клеток на чашки Петри, содержащие бактериофаг.

В серии Б делали все то же самое, отличие было только в том, что изначально из большой популяции взяли по одной клетке и основали индивидуальные культуры, а уже из них (после размножения в пробирках) высевали бактерии на чашки с фагом, так же по 20 млн. на чашку. Число точек в чашках отражает число полученных клонов



Рассмотрите схему эксперимента и показанные на ней результаты и ответьте на вопросы.

- 1) Как образуются колонии в чашках и почему их так мало? Как называется изучаемое явление?

Ответ каждая колония – потомок одной выжившей клетки. Она выжила, потому что имела мутацию устойчивости к фагу, а мутации – редкие события, поэтому их мало. Изучали возникновение мутаций.

- 2) Проанализируйте результаты серий А и Б и объясните, в чем их различие.

Ответ – В серии А в каждой чашке примерно одинаковое число выживших. В серии Б – сильное различие между культурами.

- 3) Как можно объяснить это различие?

Объяснение: мутации устойчивости возникают спонтанно с какой-то частотой. В большой культуре (серия А) за длительное время таких клеток возникло много и все они были перемешаны. Поэтому в среднем в каждую чашку попало одинаковое число устойчивых клеток. Это число среди 20 млн. высаженных на каждую чашку клеток мы можем оценить по числу колоний.

В индивидуальных культурах могло вообще не успеть возникнуть таких мутантов (чашки, где не было выживших, либо, наоборот, если мутация возникла рано, то ее носители успели размножиться – и в таких чашках выживших клеток будет много. Фактически, число колоний говорит нам о том, насколько рано возникла мутация в индивидуальной культуре.

Многие участники давали ответ «в серии Б изначальная клетка могла оказаться устойчивой к фагу» - но он неверен, т.к. в этом случае после высаживания 20 млн. ее потомков на чашку мы бы имели сплошной ковер, а не отдельные колонии.

- 4) Какое свойство изучаемого явления показывает данный эксперимент?

Эксперимент показывает случайность мутационного процесса: мутации возникают ДО того, как популяция встретится с вредным фактором среды. Среда (в данном случае фаг) лишь производит отбор среди уже имеющихся генетических вариантов.

Задача составлена по классическому эксперименту Лурии-Дельбрюка 1943 г., в котором как раз и ставилась цель выяснить, идет возникновение мутаций «по Дарвину» или «по Ламарку».

6. Дегидрогеназа D-аминокислот (17 баллов)

Фермент DAAD (D-Amino Acid Dehydrogenase) – дегидрогеназа D-аминокислот. Этот фермент имеют некоторые бактерии: он катализирует обратимую реакцию дезаминирования D-аминокислот в присутствии НАДФ⁺:



Таким образом, используя этот фермент в определенном месте клетки в присутствии D-аминокислот, можно избирательно изменять Red/Ox (окислительно-восстановительный) статус этой области клетки. Ответьте на вопросы.

- 1) Чем отличаются D- и L-аминокислоты по структуре и использованию в живых организмах?

Ответ: Это пространственные (оптические) изомеры. L-аминокислоты входят в состав белков. D-аминокислоты могут встречаться в составе готовых пептидов после посттрансляционной модификации, а также входят в состав пептидов, синтезируемых HE на рибосомах (у некоторых прокариот). (3 балла)

- 2) Почему для бактерии использование фермента, работающего с D-аминокислотами, предпочтительнее фермента, работающего с L-аминокислотами?

Ответ: потому что D-аминокислоты не участвуют в метаболизме клетки, они будут использоваться только DAAD для изменения red/ox статуса, и больше ни на что не повлияют (3 балла).

- 3) Для работы данной системы в животной клетке было бы предпочтительнее использовать НАД⁺. Почему?

Ответ: в животной клетке НАД гораздо более распространен по сравнению с НАДФ. (3 балла)

- 4) Предположите, какие аминокислотные замены должны произойти в активном центре фермента, чтобы он мог использовать в качестве субстрата не НАДФ⁺, а НАД⁺. (Для ответа на этот вопрос сравните структуру НАДФ⁺ и НАД⁺).

Ответ: Молекулы НАД и НАДФ отличаются только наличием фосфата. Фосфат заряжен отрицательно, фермент взаимодействует с ним электростатически, благодаря положительно заряженным аминокислотным остаткам. Поэтому надо заменить их на неполярные аминокислоты, а лучше всего на отрицательно заряженные аминокислоты. (8 баллов)