

3-й этап (неавтоматическая проверка), 7-8 и 9-10 классы

Вопрос 1 (40 баллов)

А) Составьте определитель (дихотомический ключ) для изображенных на рис.1.1-1.7 побегов деревьев в безлистном состоянии, пронумеровав их номерами рисунков (на рис. 1-4А и 1-4Б – один и тот же вид). Оцениваться будет рациональность ключа (насколько он короткий) и надежность. Чтобы ключ был надежным, в каждой тезе и антитезе нужно указывать несколько признаков (а если один – то совершенно четкий!). Советуем использовать размерные характеристики почек и побегов только как вспомогательные признаки или вообще не использовать.



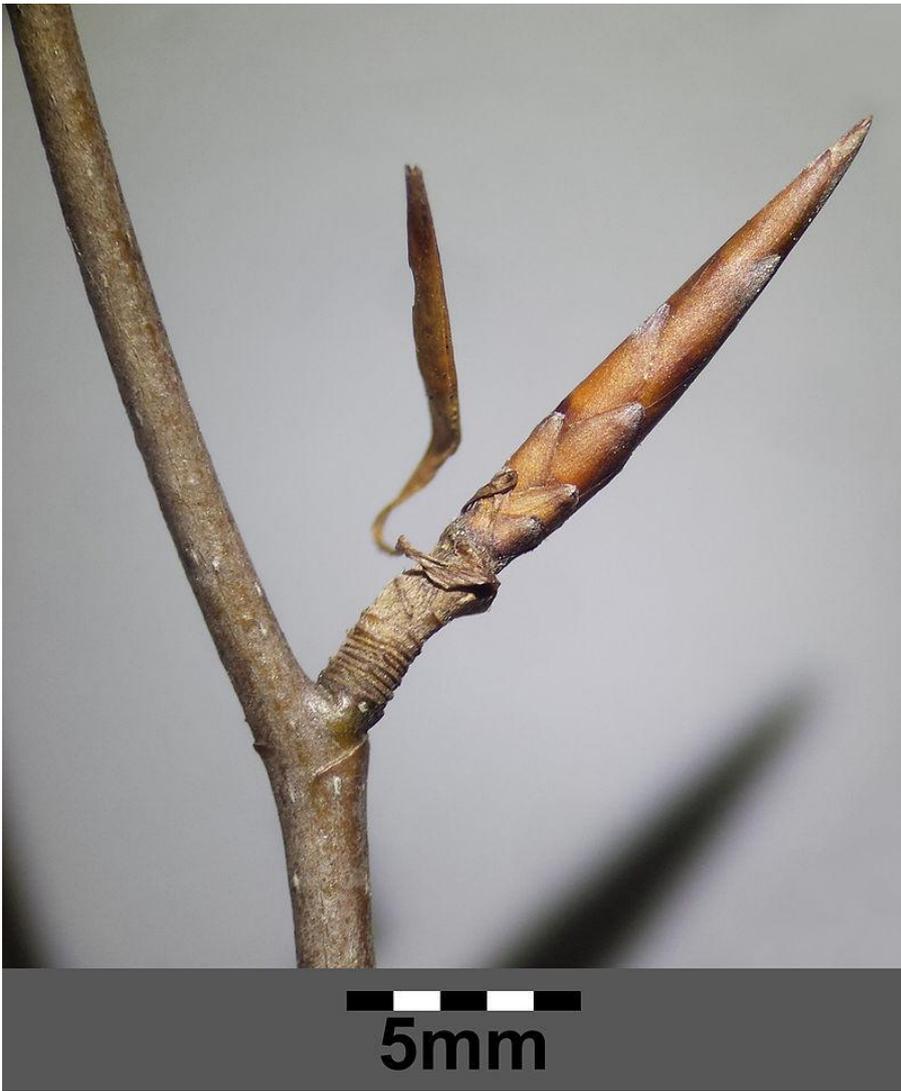
Рис. 1-1.



Рис. 1-2.



Рис. 1-3.



A



Б
Рис. 1-4.



Рис. 1-5.

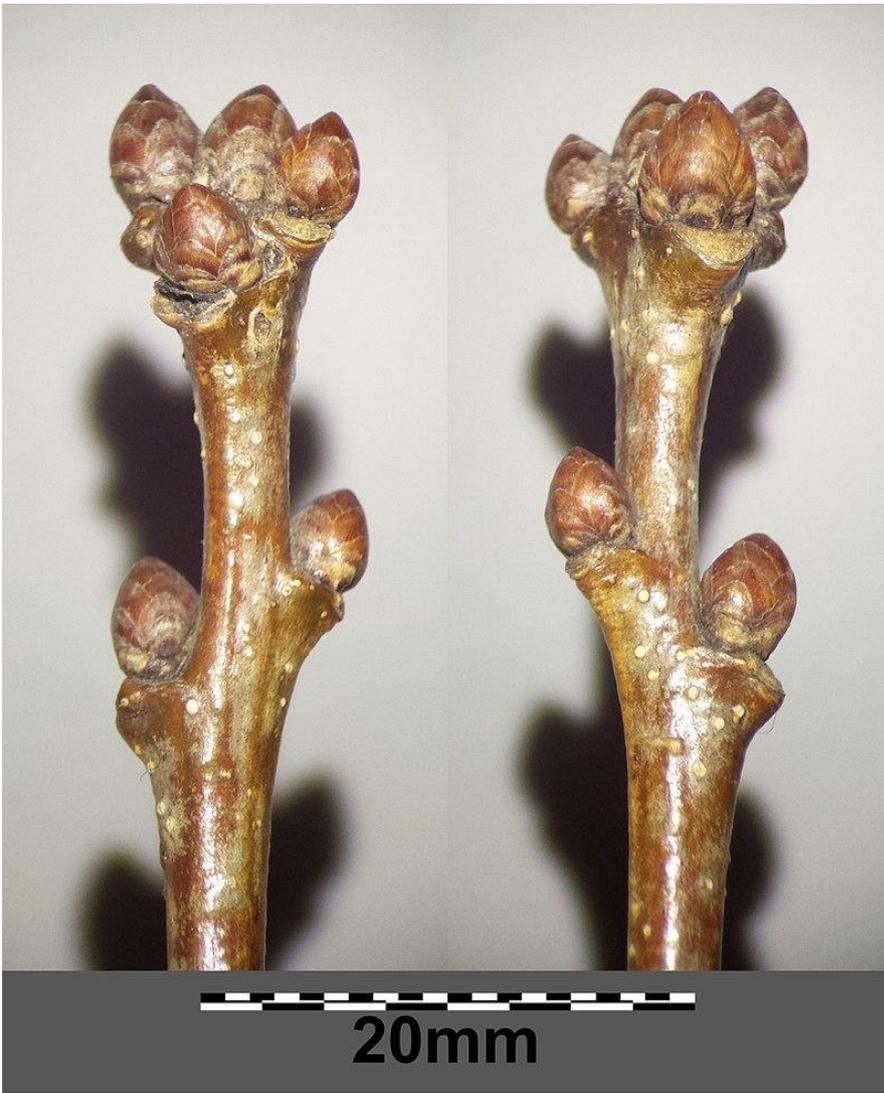


Рис. 1-6.



Рис.1-7.

Б) Если вы узнали какие-то из этих деревьев или смогли по ходу дела их определить – приведите их родовые латинские названия в ключе.

Ответ

Ответ на вопрос А) дать заранее нельзя, это творческое задание. **Проверяющие должны выработать критерий, посмотрев работы. Общие рекомендации – учитывать разумность деления на подгруппы: например, если сначала (в первой тезе) все побеги делятся на побеги с супротивным и очередным листорасположением – это достаточно разумно, и оценивать это нужно положительно; нужно также положительно оценивать использование в ключе разных признаков – например, не только строения и расположения почек, но и признаков самих побегов.**

26 баллов

Пример ключа

1. Почки супротивные, крепятся к побегу напротив друг друга в пазухах супротивных листьев, от которых остаются более или менее заметные листовые рубцы под основанием почки (1, 2, 5)2

- Почки очередные, крепятся к побегу поодиночке в пазухах очередных листьев, от которых в основнии каждой почки остается более или менее заметный листовой рубец (3, 4, 6, 7).....4
- 2. 2-3 пары боковых почек сидят друг над другом (сериально). Почки отклоняются от стебля почти под прямым углом, заостренные.Почечных чешуй несколько, черепицеобразно налегающих друг наддругом,опушенных. Побеги тонкие, серые матовые.2 (*Lonicera*).
-Признаки иные.....3
- 3. Почки заостренные, почечные чешуи зеленые. Побеги зеленые, с черными бородавочками.1 (*Euonymus*)
-Почки притупленные, почечные чешуи черные. Побеги серые. ...5 (*Fraxinus*)
- 4. Наружных почечных чешуек много (более 5),черепитчато расположенных.....5
-Наружных почечных чешуй 1 или 2-3.....6
- 5. Почки крупные (около 1 см), узкие, их длина в 4 раза и более превышает ширину.....4 (*Fagus*)
-Почки более мелкие (около 0,5 мм), их длина не более чем вдвое превышает ширину.....6 (*Quercus*)
- 6. Почки на ножках (черешчатые), почечных чешуй 2-3; побеги с редкими беловатыми чечевичками.....3 (*Alnus*)
-Почки сидячие, почечная чешуя одна, колпачковидная; побеги без беловатых чечевичек.....7 (*Salix*)

Ответ на вопрос Б) *Euonymus, Lonicera, Alnus, Fagus, Fraxinus, Quercus, Salix* **14 баллов, по 2 балла за каждое верное латинское название.**

Источник иллюстраций – [Wikimedia commons](https://commons.wikimedia.org/), автор рис. с масштабной шкалой - [Stefan.lefnaer](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stefan.lefnaer).

Вопрос 2 (30 баллов)



Рис. 2А.



Рис. 2Б.

На рис. 2А и рис. 2Б изображены разные виды морских животных, совместно обитающих на одном из коралловых рифов.

А) Как вы думаете, к каким типам и классам относится каждое из этих животных?

Б) Предполагается, что сходство их окраски не случайно. Оно может быть обусловлено разными причинами (в зависимости от характеристик и образа жизни каждого из видов). Назовите эти причины, рассуждая по принципу «если..., то...», и укажите, какую выгоду в каждом случае получает один из видов или оба.

Ответ

Источник иллюстраций - <http://www.seaslugforum.net/find/11905>

А) 2А – тип плоские черви, класс турбеллярии; 2Б – тип моллюски, класс брюхоногие (гастроподы). **5 баллов**

(На первом рис. – представитель поликлад, на втором – голожаберников).

Б) См. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mimicry> (употребление или неупотребление терминов в ответе при проверке не учитывать).

Если один из видов хорошо защищен от хищников (ядовит или использует клеточки (за знание этой способности голожаберников можно добавлять баллы) – то это может быть Бейтсовская мимикрия. В этом случае скорее всего моделью является голожаберник, подражателем – плоский червь. Выгоду получает подражатель, так как его избегают хищники.

Если оба вида хорошо защищены (ядовиты или используют клеточки – в принципе некоторые плоские черви к этому тоже способны) – то это может быть мюллеровская мимикрия. Выгоду получают оба вида, так как в процессе обучения хищников избеганию каждый из них несет меньшие потери.

Это может быть мертенсовская мимикрия. Если один из видов (например, голожаберник) смертельно ядовит для каких-то хищников, он может подражать менее ядовитому виду.

Хищники, съевшие смертельно ядовитый вид, уже ничему не научатся; хищники, съевшие менее ядовитый (модель), будут избегать более ядовитого (подражателя). Выгоду получает более ядовитый вид.

Во всех этих случаях не исключено, что оба вида подражают какому-то еще, третьему. Другие варианты менее вероятны. Например, в случае агрессивной мимикрии (см. статью в Википедии) хотя бы один из видов должен иметь достаточно совершенное (предметное и к тому же цветное) зрение, а оно, насколько известно, у этих животных отсутствует.

Эту идею можно оценивать, но меньшим количеством баллов.

25 баллов

Вопрос 3 (40 баллов)

Миша рассказывает своей подруге Леночке:

- Я в нашем саду часто вижу гусениц. А недавно нашел одну странную! Сидит на веточке, а прямо рядом с ней – какие-то опутанные паутиной комочки. Я посмотрел внимательнее – под паутиной вроде бы просвечивают маленькие червячки. И гусеница их оплетала паутиной сверху! А когда я до нее дотронулся – не уползла и не упала с ветки, как часто делают гусеницы, а как начнет дергаться и бить головой во все стороны – я даже руку отдернул!

- А может, это она своих детенышей защищает? – спросила Леночка.

- Что ты! Какие у гусеницы детеныши? Чтобы яйца отложить, она ведь должна превратиться в бабочку! Совершенно не понимаю, зачем она так себя вела, рискуя жизнью – если она не прячется, ее ведь может кто-нибудь съесть!

- Ну, может быть, это была сумасшедшая гусеница... знаешь, как та рыба, которая сидела на дереве, у Стругацких! – предположила начитанная Леночка.

- С ума поодиночке сходят, - тоже не полез в карман за цитатой Миша, - А я потом еще несколько таких нашел!

Как вы думаете, чем может объясняться такое поведение гусениц? Даже если вы знаете или сможете найти «правильный» ответ – попробуйте предложить другие, собственные гипотезы.

Ответ

Так ведут себя некоторые гусеницы, зараженные наездниками. После выхода личинок наездников гусеница помогает им строить коконы и затем охраняет их до момента вылупления. По-видимому, это поведение вызывается вирусом, который проникает в мозг гусеницы. По другим данным, 1-2 личинки остаются внутри гусеницы и как-то регулируют ее поведение. См. <https://www.youtube.com/watch?v=vMG-LWyNcAs>, см. также https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/434498/Chuzhie_protiv_khishchnikov

При проверке за такой ответ (скорее всего, найденный в Интернете) я бы ставил **20 баллов** (с объяснением того, как уже вылупившиеся наездники влияют на поведение хозяина) или **15 баллов** (без такового).

Другие возможные гипотезы: 1) Гусеница все-таки защищает потомство, вышедшее из яиц того же вида. Это возможно, например, если одна самка бабочки откладывает несколько кладок яиц на одно кормовое растение, и гусеница защищает своих родных братьев и сестер. Может быть, гусеницы из ранних кладок вообще «жертвуют» собственным размножением (эусоциальность встречается у самых неожиданных организмов – см., например, https://elementy.ru/novosti_nauki/431418/U_ploskikh_chervey_obnaruzhena_eusotsialnost), а может быть, позднее они проделывают метаморфоз и откладывают собственные кладки. 2) Гусеницы могут защищать таким способом свою добычу – каких-нибудь мелких личинок насекомых. Хотя и редко, но хищные гусеницы встречаются, и некоторые из них опутывают добычу паутиной своих паутинных желез (см. https://www.researchgate.net/publication/7704228_Web-Spinning_Caterpillar_Stalks_Snails). Такую гусеницу Миша и Леночка могли встретить (особенно если они живут на Гавайях). **За каждую такую идею в зависимости от грамотности изложения можно ставить по 10 баллов.**

Возможны более сложные схемы – например, гусеница охраняет каких-то насекомых, которые добывают ей пищу из растения (как муравьи охраняют тлей) или помогают это делать, ослабляя растение, и т.п. **Если будут такого рода разумные идеи – их тоже можно**

учитывать. Если суммарно получится больше 40 – не страшно, ставить максимальный балл...

Вопрос 4 (40 баллов)

Ученик девятого биологического класса Вася отвечает на уроке:

- Оба перерезанных участка пищевода приживлялись на кожу шеи. Животные могут есть и глотать пищу обычным путем, но она при этом не попадает в желудок. Это – мнимое кормление. Мнимое кормление сопровождается выделением желудочного сока через фистулу желудка. Этот опыт доказывает рефлекторную природу выделения желудочного сока при участии продолговатого мозга. В другом опыте (малый желудок по Павлову) участок желудка изолировали от основной его полости, сохраняя связь их стенок. Все время, пока пища находилась в основном желудке, из фистулы малого желудка выделялся желудочный сок. Это говорит о наличии гуморальной регуляции выделения желудочного сока.

- Откуда ты все это взял? – спрашивает учитель.

- Про мнимое кормление – это прямо по учебнику, параграф 32, а про малый желудок – из презентации, я ее в Интернете нашел, - отвечает Вася.

- Ну, и зачем ты все это повторяешь? Ты сам подумай, ведь на самом деле оба этих опыта ничего не доказывают!

А) Почему опыт с мнимым кормлением не доказывает рефлекторную (нервную) регуляцию сокоотделения в желудке?

Б) Почему опыт с малым желудком не доказывает гуморальный характер регуляции?

В) Как нужно усовершенствовать опыт с мнимым кормлением, чтобы доказать, что регуляция именно нервная? Попробуйте предложить несколько вариантов ответа.

Г) Как нужно усовершенствовать опыт с малым желудком, чтобы доказать, что существует гуморальная регуляция? Предложите несколько вариантов. (Подсказка: возникнут сложности, связанные с особенностями строения разных отделов вегетативной нервной системы).

Ответ

А) Сигнал, передающийся от вкусовых рецепторов ротовой полости в мозг, с тем же успехом может вызывать секрецию каких-то гормонов гипофизом или гипоталамусом. Эту возможность следует исключить. **Теоретически возможны и другие разумные варианты, их нужно учитывать при проверке. 5 баллов**

Б) Как и в первом случае, сигналы от каких-то рецепторов основного желудка могут передаваться в головной мозг и вызывать рефлекторное сокоотделение. Но, кроме того, возможны и местные рефлексы при участии метасимпатического отдела ВНС, который пронизывает стенки большого и малого желудка. **10 баллов за полный ответ**

В) Поскольку известно, про от продолговатого мозга отходит блуждающий нерв, который иннервирует желудок и стимулирует сокоотделение, нужно перерезать его ветвь, идущую к желудку (технически это вполне возможно). Если регуляция действительно было нервной – эффект исчезнет. Другой вариант – попробовать заблокировать мускариновые рецепторы ацетилхолина на клетках, выделяющих гастрин, с помощью какого-то вещества-блокатора (М-холиноблокаторы). Это проще сделать как раз на изолированном малом желудке. Если эффект при мнимом кормлении пропадет – скорее всего, регуляция НЕ рефлекторная. Если сохранится – это еще ничего не значит, на эти рецепторы может действовать и ацетилхолин плазмы крови или местных нейронов метасимпатического отдела, которые могут стимулироваться гормонами. **10 баллов за полный ответ**

Г) Нужно заблокировать нервные механизмы передачи сигналов. Операция с перерезкой вагуса (если эффект сохранится) докажет только, что это не рефлекс головного мозга.

Если одновременно перерезать ветви симпатических нервов – это докажет, что рефлекс не центральный. Но останется метасимпатический отдел, и возможность местной рефлекторной регуляции мы не исключим. Можно попытаться заблокировать одновременно все рецепторы, которые участвуют в работе метасимпатического отдела. Если эффект сохранится – передача почти наверняка гуморальная. Если он исчезнет – это ни о чем не говорит, так как гормоны и паракринные факторы могут действовать на железы через те же рецепторы, что и нейромедиаторы.

Остается полная изоляция малого желудка (операция по Гейденгайну) Если после этого в нем все равно будет выделяться желудочный сок после попадания пищи в основной желудок – значит, сигнал передается гуморально, через кровь. Другой вариант – опыт с перекрестным кровообращением двух собак. Для этого, правда, не нужен малый желудок – нужна только желудочная фистула у голодной собаки. Если при кормлении собаки, кровь которой попадает в кровяное русло собаки с фистулой, у нее выделится желудочный сок – значит, регуляция гуморальная. **Возможны и другие разумные варианты, их нужно учитывать при проверке. 15 баллов**

Вопрос 5 (30 баллов)

На рис. 5-1 показано изменение во времени числа семейств морских организмов с начала кембрийского периода до наших дней.

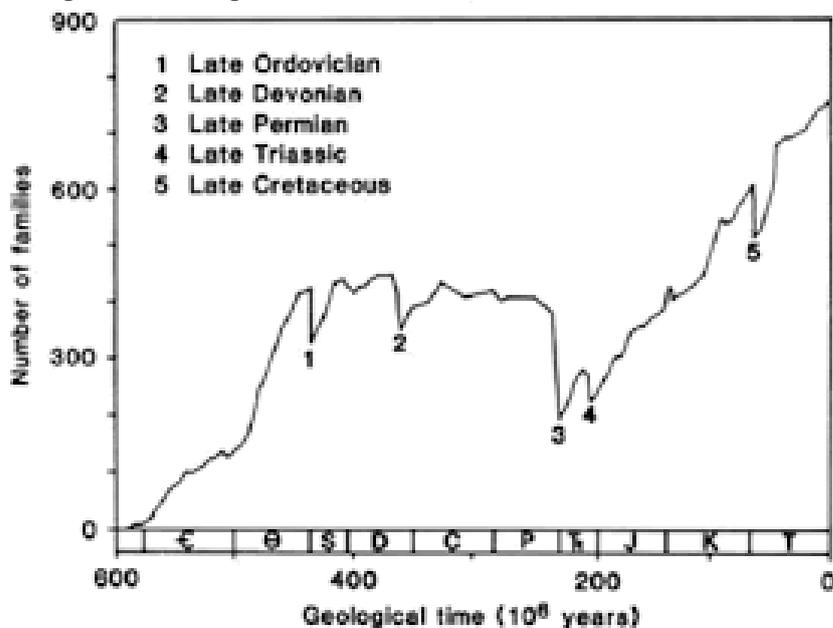


Рис. 5-1. Изменение числа семейств морских животных во времени

Источник: <http://paleoprof.blogspot.com/2009/06/modern-versus-ancient-extinction-pt-1.html?m=1>

Redrawn from Sepkoski, J.J. Jr, 1984, A kinetic model of Phanerozoic taxonomic diversity, III. Post Paleozoic families and mass extinctions: Paleobiology 10:246-267.

- А) Найдите и укажите явное несоответствие современным представлениям на графике.
 Б) Цифрами обозначены пять крупнейших массовых вымираний. Практически все они совпадают с концами периодов и/или эр. Как вы думаете, почему?
 В) После каждого резкого падения графика наблюдается более резкий его рост, чем в другие отрезки времени. С чем это связано?

Ответ

А) Начало кембрия, судя по масштабу на горизонтальной шкале, здесь датируется возрастом 570-580 млн. лет назад. Согласно современной геохронологической шкале, кембрий начался 540 млн лет назад. **5 баллов**

Б) Потому что границы периодов и эр – это этапы истории Земли, во время которых происходили наиболее существенные глобальные изменения флоры и фауны. Один период сменяется другим как раз тогда, когда одни формы вымирают, а другие, новые, появляются. короче говоря, границы эти как раз и проведены там, где происходили массовые вымирания. А поскольку морская фауна лучше всего сохраняется в летописи, неудивительно, что эти границы в основном и совпадают с периодами вымирания морской фауны. **10 баллов**

В) В стабильных сообществах темпы эволюции снижены, а главное, возможные ее направления сильно ограничены. В них наиболее вероятно появление все более специализированных видов и все более мелкая «нарезка» экологических ниш. Естественно, в таких условиях редко возникают новые семейства. При разрушении старых сообществ в результате массового вымирания эти ограничения снимаются: появляется множество свободных экологических ниш (вакансий) и начинается более быстрая ненаправленная, некогерентная эволюция, в ходе которой возникают новые таксоны крупного ранга – семейства, отряды и классы (подробнее см. http://www.evolbiol.ru/zherihin_1986.htm). **15 баллов.**

Вопрос 6 (30 баллов)

Ученые заметили, что некоторые самки дрозофилы при скрещивании с нормальными самцами откладывают яйца, из которых вылупляются только личинки, имеющие вместо головы и груди второе брюшко. Сами эти самки имели нормальный фенотип. Матери таких самок давали только нормальное потомство; в том числе потомство было нормальным при скрещивании всех самцов-братьев самок, дающих безголовое потомство, с их матерями. При этом всех мух держали в одинаковых условиях – видимо, дело было в какой-то мутации, передающейся по наследству.

А) Попробуйте предложить объяснение этого «странного» случая с точки зрения генетики. Приведите схемы скрещивания, поясняющие Ваш ответ.

Б) С какими особенностями работы соответствующего гена связано «странное» наследование этого и других подобных признаков?

Ответ

А) Ген bicoid, о котором идет речь в задаче – ген с материнским эффектом. Самки с генотипами bic+/bic+ или bic+/bic- (гомо- или гетерозиготы по нормальному аллелю) в любых скрещиваниях дают нормальное потомство. Самки с генотипом bic-/bic- (гомозиготы по мутации с потерей функции гена) в любых скрещиваниях дают безголовое потомство. В нашем случае самки bic-/bic- – потомки самок bic+/bic- и самцов bic+/bic- или bic-/bic-. Сами они нормальные, но все их потомство будет безголовым. При скрещивании их братьев с любым генотипом и самок-матерей bic+/bic- все потомство будет нормальным. **20 баллов**

Схемы скрещиваний очевидны, я их не привожу.

Б) Здесь, как и в других случаях действия генов с материнским эффектом, фенотип потомства определяется не его собственным генотипом, а генотипом матери. Происходит это потому, что в организме матери еще до оплодотворения происходит транскрипция соответствующих генов и накопление их продуктов в яйцеклетках (в нашем случае – создается градиент иРНК гена bicoid, который транскрибируется с передних питающих клеток и оттуда поступает в яйцо). К моменту оплодотворения соответствующий признак

(детерминация головы и груди с помощью градиента иРНК) уже сформирован, и гены отца на его проявление не влияют. **10 баллов**

Я бы ставил до 20 баллов за часть А) и до 10 баллов за часть Б). Более подробные критерии оценки нужно выработать проверяющим, посмотрев работы.

Вопрос 7 (40 баллов)

Десятиклассник Алеша прочитал в учебнике описание основных этапов получения генно-инженерного инсулина: «Сначала нужно выделить из клетки человека ДНК и, разрезав ее с помощью фермента рестриктазы, выделить участок, содержащий ген инсулина. Затем той же рестриктазой нужно обработать плазмиду – небольшую кольцевую молекулу ДНК – и с помощью фермента лигазы встроить в плазмиду ген инсулина. На следующем этапе плазмиды с геном инсулина нужно ввести в клетки бактерий – например, клетки кишечной палочки. Этот процесс называется трансформацией. При размножении бактерий плазмиды размножаются вместе с ними (клонироваться), а содержащаяся в них генетическая информация считывается и используется для синтеза белков. Генетический код универсален, ферменты и рибосомы бактерий правильно считывают генетическую информацию гена человека. Поэтому в трансформированных бактериях будет синтезироваться инсулин. Остается только выделить его из бактериальной биомассы и очистить».

– Ничего себе! – жалуется Алеша своему старшему брату, студенту биофака Саше – столько этапов, и над каждым еще надо повозиться!

– На самом деле этапов гораздо больше! – отвечает Саша. – Во-первых, из сотен тысяч клеток трансформируется в среднем только одна, и ее еще нужно найти в общей массе – ведь нам нужно размножить только трансформированных бактерий! И даже когда это удастся сделать, по методике, описанной в учебнике, никакого человеческого инсулина ты не получишь. Тут возникает много сложностей, и из-за них приходится делать все гораздо хитрее...

А) Как можно найти среди сотен тысяч клеток одну трансформированную, чтобы потом размножить именно ее?

Б) О каких сложностях говорит Саша? Как ученым удалось их преодолеть?

(Подсказка: эти сложности отчасти связаны с различиями в структуре генов прокариот и эукариот, а отчасти – с особенностями инсулина. Технические детали и сложности уже описанных в вопросе этапов в ответе учитывать не надо).

Ответ

А) Обычно это делается с помощью «прямой селекции» (см. <https://elementy.ru/problems/1293>); в клетку вместе с геном, который мы хотим клонировать, вводится, например, ген устойчивости к антибиотику, а затем в среду добавляется этот антибиотик. Выживают только трансформированные клетки. **10 баллов**

Б) Во-первых, этот ген нужно, как говорят, «поставить под хороший бактериальный промотор», чтобы он активно экспрессировался. Во-вторых, в плазмиду нужно встроить регуляторный элемент, чтобы она не просто делилась одновременно с клеткой, но увеличивала число своих копий в каждой клетке. Только при этих двух условиях можно достаточно эффективно получать инсулин в промышленных количествах. Но это не главные затруднения. Главных – два.

1. В гене инсулина есть экзоны и интроны, а клетка бактерии не умеет вырезать интроны, и с гена считывается пре-мРНК, которая кодирует вовсе не инсулин. Преодолеть эту

сложность можно двумя способами: 1) выделить иРНК инсулина из клетки человека, получить к-ДНК (с-DNA) с помощью обратной транскрипции, а затем уже клонировать к-ДНК. 2) искусственно синтезировать полинуклеотиды, кодирующие две цепи инсулина, и по отдельности встраивать их в плазмиду (каждую под своим промотором).

2. Вторая сложность связана как раз с тем, что инсулин синтезируется как препропептид (проинсулин) в виде одной полипептидной цепочки, а уже после синтеза на рибосоме из нее вырезается короткий фрагмент, и две образовавшиеся отдельные аминокислотные цепочки «сшиваются» дисульфидными связями. Правильно разрезать и сшивать инсулин клетка бактерии тоже не умеет, и обе операции (в случае клонирования к-ДНК) или вторую из них (в случае клонирования двух синтетических фрагментов ДНК) приходится проводить химическим путем уже после выделения инсулина.

Могут быть и другие разумные соображения (например, об использовании бактериями формилметионина, а не метионина при старте синтеза или о необходимости гликозилирования инсулина после завершения синтеза). **30 баллов**

Я бы ставил до 10 баллов за часть А) и до 30 баллов за часть Б). Более подробные критерии оценки нужно выработать проверяющим, посмотрев работы.

Хорошо бы этот ответ посмотрел специалист по молекулярной биологии.

40 + 30 + 40 + 40 + 30 + 30 + 40 = 250 – максимальная сумма баллов