## Тема: «Обучение решению задач по генетике»

Как научить обучающихся решать генетические задачи, какие ошибки они допускают при решении задач на итоговой аттестации?

Сначала хочу обратить ваше внимание на основные составляющие успешного решения генетической задачи.

Во-первых, ***использование специальной символики*** при составлении схемы задачи и использование генетической терминологии при ответах на вопросы к задачам.

Во-вторых, внимательное изучение текста задачи и ***правильное составление краткой записи.*** Если верно определены и обозначены признаки, а также определён характер наследования, то можно сказать, что это половина всей задачи. На мой взгляд, это самый сложный этап при решении задачи.

В-третьих, ***составление полной схемы скрещивания***, в которой обязательно должны быть прописаны генотипы и фенотипы родительских особей, гаметы, генотипы, фенотипы и пол всех возможных потомков.

И в-четвертых, ***умение объяснить полученные результаты***, то есть умение анализировать составленную схему, определять расщепление по генотипу и фенотипу.

Символика и терминология в генетике довольно специфичная. Именно со знакомства с терминами начинается изучение генетики. А вот обучение решению задач надо начинать со знакомства с символами. Все символы, являются общепринятыми. Здесь не допускается творчества. Есть четкие правила, где и как поставить тот или иной символ, как обозначить ту или иную особь.

Решение задачи требует правильного оформления. Вначале записывается краткое условие задачи, вводятся обозначения генов, определяются генотипы родительских особей (по возможности), а также другие известные по условию факты. Затем записывают схему решения с помощью символов. Словами можно записывать только фенотипы. После схемы приводят объяснения или ответы на вопросы по схеме в зависимости от того, что требуется по условию задачи. Примеры таких вопросов:

1. Сколько типов гамет может образовывать растение с полосатой окраской плодов?

2. Сколько растений в потомстве будет с гладкой окраской плодов?

3. Сколько разных генотипов будет среди потомков?

4. Сколько разных фенотипов будет среди потомков?

5. Какова вероятность появления в потомстве растений с полосатой окраской плодов?

При ответе на них обучающиеся учатся читать схему, находить в ней нужные элементы. Если довести эти действия до автоматизма при решении простых задач на моногибридное скрещивание, то впоследствии, при решении более сложных задач, у обучающихся будет меньше ошибок в схемах и объяснениях.

Для решения генетических задач можно предложить обучающимся следующий ***алгоритм***.

Задачи по генетике бывают прямые и обратные. ***Прямые*** задачи проще, с них обычно начинают обучение. Это задачи, в которых известны генотипы родителей и необходимо определить генотипы и фенотипы ожидаемого потомства.

1. Вводим буквенное обозначение доминантного и рецессивного генов, записываем генотипы родительских особей с доминантными и рецессивными признаками, обращаем внимание, что генотипы могут быть гомозиготными и гетерозиготными.

2. Далее начинаем составлять схему скрещивания. Первая строка – это родительские особи с обозначением пола, генотипа и фенотипа. Между особями ставим знак скрещивания. Вторая строка – это гаметы. Определяем и записываем типы гамет, которые образуются у каждой родительской особи. Если среди гамет одной особи наблюдается повтор, то можно его не писать, то есть записываются только разные типы гамет. Третья строка – это потомство, определяем все возможные варианты потомков, записываем их все, даже если они повторяются. Здесь это важно, потому что влияет на определение расщепления. Подписываем фенотипы потомства.

3. Записываем ответ. Это может быть вероятность появления того или иного потомка, расщепление по фенотипу или по генотипу, ответы на вопросы или объяснения результатов скрещивания.

Второй вариант задач – ***обратный.*** В условиях задачи даны результаты скрещивания, фенотипы родителей и полученного потомства. Необходимо определить генотипы родителей и потомков.

Задача. *При скрещивании двух сортов земляники с красными и белыми плодами всё первое поколение имело розовые плоды. При скрещивании гибридов первого поколения во втором поколении оказалось 17 растений скрасными плодами, 37 растений с розовыми плодами и 15 растений с белыми плодами. Определите генотипы родителей и потомства* $F_1$ *и* $F_2$.

1. Записываем словами схему скрещивания, состоящую только из фенотипов, которые нам даны.

2. Анализируя эту схему, определяем доминантный и рецессивный признаки. На примере задачи видим, что в первом поколении плоды имели розовую окраску, а во втором поколении только 15 особей имели белую окраску, а 37 особей – розовую. Следовательно, белая окраска – это рецессивный признак, обозначаем а. Красная окраска – доминантный признак, обозначаем А. Гибриды имеют розовую окраску плодов, значит в данном случае имеет место неполное доминирование, розовую окраску имеют гетерозиготы.

3. Вводим буквенное обозначение доминантного и рецессивного генов.

4. Записываем генотип той родительской особи, у которой рецессивный признак, так как рецессивный признак проявляется только у гомозиготной особи по рецессивному аллелю. Записываем ее гаметы.

5. Записываем генотипы потомков, учитывая, что от известной родительской особи они получают только рецессивный аллель а. На примере видно, что у растений с розовыми плодами вторым должен быть ген А, так как проявляется розовая окраска.

6. Далее мы сможем определить гаметы второй родительской особи с доминантным признаком и, следовательно, сможем записать ее генотип. Ген А наследуется от растения с красными плодами, которые дают гаметы А. Поскольку все поколение F1 единообразно, то особи с красными плодами дают только один тип гамет, а их генотип АА.

7. Если необходимо, то составляем схему второго скрещивания. Генотипы и фенотипы гибридов второго поколения, если их получается много, разумнее занести в решетку Пеннета.

8. Анализируем схему, определяем соотношение фенотипов и генотипов, записываем ответ.

Несмотря на то, что моногибридное скрещивание считается самым простым, отработка именно этих задач закладывает основу для решения сложных.

- начинаем решать ***прямые задачи на моногибридное скрещивание***,

- далее решаем ***обратные задачи на моногибридное скрещивание и полное доминирование,***

- затем вводим понятие ***неполного доминирования и решаем прямые и обратные задачи***,

- на следующем этапе знакомимся ***с анализирующим скрещиванием***.

Двигаемся далее по возрастанию сложности задач:

- Знакомимся с ***дигибридным скрещиванием, решаем прямые задачи***, меняя генотипы и фенотипы родительских особей, учимся составлять и анализировать решетку Пеннета, определять расщепление.

- Далее имеет смысл ввести понятие летальных генов. На данном этапе учащиеся уже вполне способны выделить из потомства соответствующих особей и правильно определить расщепление.

- Затем можно вводить ***обратные задачи на дигибридное скрещивание***.
- Далее знакомимся со ***сцепленным наследованием, решаем прямые и обратные задачи,*** обращаем внимание на форму записи. Если обучающиеся записывают генотипы традиционно, как при независимом наследовании, то они должны словами пояснить между какими генами наблюдается сцепление. Поскольку надо правильно сцепить гены, то для такой записи это важно. Если они используют форму записи, специально введенную для сцепленного наследования, то пояснять необязательно.

- Следующий шаг – ***наследование, сцепленное с полом.*** Сначала моногибридное скрещивание, прямые и обратные задачи, потом дигибридное, один ген аутосомный, второй – сцепленный с полом. Обратите внимание на то, что по правилам аутосомный ген в генотипе особи стоит на первом месте, а ген, сцепленный с Х-хромосомой, как правило, на втором.

- При изучении взаимодействия генов решаются задачи на кодоминирование, то есть задачи на наследование групп крови у человека.

Конечно, надо понимать, что при базовом уровне изучения биологии в старших классах просто физически недостаточно учебного времени для отработки умений решать все перечисленные варианты задач. И здесь ограничивает нас не только количество часов, но и содержание учебного материала, согласно образовательной программе и стандартам. При изучении биологии на углубленном уровне все перечисленные варианты задач являются обязательными для освоения, а вот задача на ***комплементарность, эпистаз и полимерию*** имеет смысл решать только в том случае, если ребята хорошо справляются с задачами на все вышеперечисленные темы.

***Примеры ошибок***, которые допускают обучающиеся при решении задач.
Первая ошибка: неверное буквенное обозначение признака. Красная окраска **К**, белая окраска **Б** и так далее. Или в Х-хромосоме – $\mathbf{X^к}$ и $\mathbf{X^б}$ . Такие обозначения считаются грубой биологической ошибкой, так как демонстрируют незнание аллельности генов. (Аллельные гены обозначаются буквами латинского алфавита, причем гены, отвечающие за развитие альтернативных признаков, обозначаются одной буквой, прописной заглавной доминантный аллель, а строчной – рецессивный аллель).

Вторая ошибка: неверное написание гамет при дигибридном скрещивании: у особи AaBb гаметы правильно такие – AB, Ab, aB, ab. Но встречаются и такие варианты, как A, a, B, b. Причем обучающиеся ухитряются при таком написании гамет верно определить генотипы и фенотипы потомства, но за такое написание гамет баллы будут снижены, так как нет понимания, что в одной гамете расположены хромосомы каждой пары.

Третий вид ошибок: неверно определяются аутосомные и сцепленные с полом признаки при решении обратных задач на наследование, сцепленное с полом. Как правило, в тексте задачи есть какая-либо подсказка, указание на то, что один из признаков сцеплен с полом, а при анализе схемы фенотипов надо внимательно изучать варианты расщепления в потомстве. Иногда обучающиеся видят, что у них при введении обозначений получились необходимые по условию потомки и решают, что ввели обозначения правильно. Но оказывается, что при таких обозначениях образуется больше вариантов потомков, чем указано в условии, и задача оказывается решённой неверно.

Четвёртый вид ошибок: при решении обратных задач на сцепленное наследование обучающиеся не принимают во внимание расщепление в потомстве, указанное в тексте задачи: четыре фенотипические группы, две из которых многочисленные, а две – малочисленные, и видят только четыре

фенотипические группы. Решают такую задачу как дигибридное скрещивание с независимым наследованием признаков. Такая задача считается решённой полностью неверно и оценивается в 0 баллов.

Пятый вид ошибок: при решении задач на сцепленное наследование не указывают ни в схеме скрещиваний, ни в объяснении, что происходит кроссинговер. В схеме можно указать кроссоверные гаметы или в ответе пояснить, что такие-то генотипы образовались в результате нарушения сцепления при кроссинговере