Управление образования администрации города Шахтёрска

Методический кабинет

Муниципальное общеобразовательное учреждение

«Шахтёрская гимназия»

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

«ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ»

Кобелева Елена Владимировна,

учитель биологии Муниципального общеобразовательного учреждения «Шахтёрская гимназия»

Шахтёрск

Автор-составитель Кобелева Е.В., учитель биологии Муниципального общеобразовательного учреждения «Шахтёрская гимназия», специалист высшей квалификационной категории.

Рецензенты:

1. Гагулина В.В., методист методического кабинета Управления образования города Шахтёрска
2. Ямковая О.Б, МОУ заместитель директора по УВР «СШ №1», учитель биологии специалист высшей квалификационной категории.
3. Фуникова О.А., учитель биологии УВК№1, специалист

Методическое пособие представляет собой сборник школьного курса биологии 11класса, тематически соответствует программе обучения и учебнику.

В пособии представлены алгоритмы решения задач по изучаемым темам раздела «Генетика», краткий теоретический материал, необходимый для решения задач в виде карты-памяти, образец решения задачи по предложенному алгоритму и задачи для самостоятельного решения.

Работа со сборником позволит учащимся усвоить основные понятия, термины и законы генетики, разобраться в генетической символике, применять теоретические знания на практике, объяснять жизненные ситуации с точки зрения генетики, подготовиться к сдаче ГИА.

## Содержание

Введение

## Основные термины и понятия генетики

## Глава 1. Общие рекомендации по решению генетических задач

* 1. Техника решения задач
  2. Оформление задач по генетике
  3. Законы Менделя
  4. Закон Моргана
  5. Правила при решении задач по генетике
  6. Список доминантных и рецессивных признаков человека

Глава 2. Алгоритм решения задач

2.1. Решение прямых задач

2.2. Алгоритм решения обратных задач

2.3. Алгоритм решения задач «Моногибридное скрещивание»

2.4. Алгоритм решения задач «Дигибридное скрещивание»

2.5. Алгоритм решения задач «Анализирующее скрещивание»

2.6. Алгоритм решения задач «Сцепленное наследование»

2.7. Алгоритм решения задач «Генетика пола»

2.8. Алгоритм решения задач «Наследование признаков, сцепленных с полом»

Глава 3. Примеры решения задач по генетике

Заключение

Литература

**Введение**

Разделы «Основы генетики» и «Молекулярная биология» являются одними из самых сложных для понимания в школьном курсе общей биологии. Облегчению усвоения этих разделов может способствовать решение задач по генетике разных уровней сложности.

Решение задач, как учебно-методический прием изучения генетики, имеет важное значение. Его применение способствует качественному усвоению знаний, получаемых теоретически, повышая их образность, развивает умение рассуждать и обосновывать выводы, существенно расширяет кругозор изучающего генетику, т.к. задачи, как правило, построены на основании документальных данных, привлеченных из области частной генетики растений, животных, человека. Использование таких задач развивает у школьников логическое мышление и позволяет им глубже понять учебный материал, а преподаватель имеет возможность осуществлять эффективный контроль уровня усвоенных учащимися знаний. Несмотря на это школьные учебники содержат минимум информации о закономерностях наследования, а составлению схем скрещивания и решению генетических задач в школьной программе по общей биологии отводится очень мало времени. Поэтому возникла необходимость в создании данного сборника. Учебное пособие составлено согласно обновленным ГОС, программе основного общего и среднего общего образования по биологии

**Метопредметные связи, реализуемые при составлении данного сборника:**

* Математика - умение производить простейшие вычисления, анализировать и прогнозировать результаты.
* История - знание родословных основных персон мира для составления генеалогических древ при выполнении различных творческих работ.
* Биология - основы цитологии, молекулярной биологии, строения клетки.
* Органическая химия - строение углеводов, белков, аминокислот, нуклеиновых кислот.

**Цель:** развитие у учащихся умения и навыков решения задач по основным разделам классической генетики.

**Задачи:**

1. Развивать познавательный интерес к предмету;
2. Показать практическую значимость общей биологии для различных отраслей производства, селекции, медицины;
3. Создать условия для формирования и развития у учащихся УУД, интеллектуальных и практических умений в области генетики.
4. Ликвидировать пробелы в знаниях учащихся;

**Результат работы со сборником**

Учащиеся знают:

* основные понятия, термины и законы генетики;
* генетическую символику.

Учащиеся умеют:

* правильно оформлять условия, решения и ответы генетических задач;
* решать типичные задачи;
* логически рассуждать и обосновывать выводы.

Учащиеся умеют характеризовать:

* причины биологической индивидуальности на разных уровнях;
* модификационную, мутационную и комбинативную изменчивость, ее причины;
* норму реакции;
* значение генотипа и условий среды в формировании фенотипа;
* значение мутаций в эволюции, генетике, здравоохранении и экологической безопасности населения.

Учащиеся умеют характеризовать основные положения:

* мутационной теории;
* закона гомологических рядов наследственной изменчивости;
* закономерностей модификационной изменчивости;
* Закона Харди - Вайнберга;
* Вклад Н.И. Вавилова, И.А. Рапопорта, В.В. Сахарова, А.С. Серебровского, С.С. Четверикова, Н.П. Дубинина в развитие науки генетики, синтетической теории эволюции, селекции.

Описание: 669**Основные термины и понятия генетики.**

**Ген** (с современных позиций) – это участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре одного белка. Гены находятся в хромосомах, где они расположены линейно, образуя «группы сцепления».

**Аллельные гены** – это пара генов, определяющих контрастные (альтернативные) признаки организма. Каждый ген этой пары называется аллелью. Аллельные гены расположены в одних и тех же участках локусах гомологичных (парных) хромосом.

**Альтернативные признаки** – это взаимоисключающие, контрастные признаки (например, жёлтые и зелёные семена гороха). Часто один из альтернативных признаков является доминантным, а другой – рецессивным.

**Доминантный признак** – это признак, проявляющийся у гибридов первого поколения при скрещивании представителей чистых линий. Например, у гороха доминантными признаками являются жёлтая окраска семян, гладкая поверхность семян, пурпурная окраска цветков

**Рецессивный признак** не проявляется у гибридов первого поколения при скрещивании представителей чистых линий.

**Гомозигота** – клетка или организм, содержащие одинаковые аллели одного и того же гена (АА или аа).

**Гетерозигота** – клетка или организм, содержащие разные аллели одного и того же гена (Аа).

**Генотип –** совокупность всех генов организма.

**Фенотип –** совокупность признаков организма, формирующихся при взаимодействии генотипа с окружающей средой.

**Гибридологический метод** – изучение признаков родительских форм, проявляющихся в ряду поколений у потомства, полученного путём гибридизации (скрещивания).

**Моногибридное скрещивание** – это скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре изучаемых контрастных (альтернативных) признаков, которые передаются по наследству.

**Дигибридное скрещивание** – это скрещивание форм, отличающихся друг от друга по двум парам изучаемых альтернативных признаков.

**Полигибридное скрещивание** – это сложное скрещивание, при котором родительские организмы отличаются по трём, четырём, и более парам контрастных (альтернативных) признаков.

**Раздел 1 . Общие рекомендации по решению генетических задач**.

* 1. **Техника решения задач**

|  |  |
| --- | --- |
| **Алгоритм** | **Символика** |
| 1. Краткая запись условий задачи. Введение буквенных обозначений генов, обычно А и В. Определение типа наследования (доминантность, рецессивность), если это не указано.  2. Запись фенотипов и схемы скрещивания словами.  3.Определение фенотипов в соответствии с условиями. Запись генотипов символам генов под фенотипами.  4. Определение гамет. Выяснение их числа и находящихся в них генов на основе установленных генотипов.  5. Составление решетки Пеннета.  6. Анализ решетки согласно поставленным вопросам.  7. Краткая запись ответов | 1. Р – перента – родители. Родительские организмы, взятые для скрещивания, отличающиеся наследственными задатками.  2.F – филис – дети. Гибридное потомство.  3. F1 –гибриды I поколения, F2 – гибриды II поколения.  4. G- гаметы А а ….  5. А, В – доминантные гены, отвечающие за доминантные признаки (например, желтую окраску и гладкую поверхность семян гороха).  6. а, в – рецессивные гены, отвечающие за развитие рецессивных признаков (например, зелёной окраски семян гороха и морщинистой поверхности семян гороха).  7. А, а – аллельные гены, определяющие конкретный признак.  8. АА, ВВ – доминантные гомозиготы, аа, вв – рецессивные гомозиготы.  9. Х – знак скрещивания.  10. ♀ - символ, обозначающий женский пол особи (символ Венеры – зеркальце с ручкой).  11.♂ - символ, обозначающий мужской пол особи (символ Марса – копьё и щит). |

* 1. **Оформление задач по генетике.**

1. Первым  принято записывать генотип женской особи, а затем – мужской (верная запись - ♀ААВВ  х  ♂аавв;  неверная запись - ♂аавв  х  ♀ААВВ).
2. Гены одной аллельной пары всегда пишутся рядом (верная запись – ♀ААВВ; неверная запись ♀АВАВ).
3. При записи генотипа, буквы, обозначающие признаки, всегда пишутся в алфавитном порядке, независимо, от того, какой признак – доминантный или рецессивный – они обозначают (верная запись - ♀ааВВ; неверная запись -♀ ВВаа).
4. Если известен только фенотип особи, то при записи её генотипа пишут лишь те гены, наличие которых бесспорно.  Ген, который невозможно определить по фенотипу, обозначают значком «\_» (например, если жёлтая окраска (А) и гладкая форма  (В) семян гороха –  доминантные признаки, а зелёная окраска (а) и морщинистая форма (в) – рецессивные, то генотип особи с жёлтыми морщинистыми семенами записывают А\_вв).
5. Под генотипом всегда пишут фенотип.
6. У особей определяют и записывают типы гамет, а не их количество:

     верная запись                                                      неверная запись

          ♀ АА                 ♀ АА

               А              А      А

1. Фенотипы и типы  гамет пишутся строго под соответствующим    генотипом.
2. Записывается ход решения задачи с обоснованием каждого вывода  и полученных результатов.
3. При решении задач на ди- и полигибридное скрещивание для определения генотипов потомства рекомендуется пользоваться решёткой Пеннета. По вертикали записываются типы гаметы от материнской особи, а по горизонтали – отцовской. На пересечении записываются сочетание гамет, соответствующие генотипу образующейся дочерней особи.

## Законы Г. Менделя

### *Первый закон Менделя — закон единообразия гибридов F1*

Этот закон выведен на основании результатов моногибридного скрещивания. Для опытов было взято два сорта гороха, отличающихся друг от друга одной парой признаков — цветом семян: один сорт имел желтую окраску, второй — зеленую. Скрещивающиеся растения были гомозиготными.

Для записи результатов скрещивания Менделем была предложена следующая схема:

А —желтая окраска семян  
а — зеленая окраска семян

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Р (родители) | АА | аа |
| Г (гаметы) | А | а |
| F1 (первое поколение) | Аа (все растения имели желтые семена) | |

Формулировка закона: **при скрещивании организмов, различающихся по одной паре альтернативных признаков, первое поколение единообразно по фенотипу и генотипу**.

### *Второй закон Менделя — закон расщепления*

Из семян, полученных при скрещивании гомозиготного растения с желтой окраской семян с растением с зеленой окраской семян, были выращены растения, и путем самоопыления было получено F2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Р (F1) | Aa | Aa |
| Г | А; a | А; a |
| F2 | АА; Аа; Аа; аа  (75% растений имеют доминантный признак,25% — рецессивный) | |

Формулировка закона: **у потомства, полученного от скрещивания гибридов первого поколения, наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении 3:1, а по генотипу — 1:2:1**.

### *Третий закон Менделя — закон независимого наследования*

Этот закон был выведен на основании данных, полученных при дигибридном скрещивании. Мендель рассматривал наследование двух пар признаков у гороха: окраски и формы семян.

В качестве родительских форм Мендель использовал гомозиготные по обоим парам признаков растения: один сорт имел желтые семена с гладкой кожицей, другой — зеленые и морщинистые.

А — желтая окраска семян, а — зеленая окраска семян,  
В — гладкая форма, в — морщинистая форма.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Р | ААВВ | аавв |
| Г | АВ | ав |
| F1 | АаВв 100% (желтые гладкие). | |

Затем Мендель из семян F1 вырастил растения и путем самоопыления получил гибриды второго поколения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Р | АаВв | АаВв |
| Г | АВ, Ав, аВ, ав | АВ, Ав, аВ, ав |
| F2 | Для записи и определения генотипов используется решетка Пеннета   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Гаметы | АВ | Ав | аВ | ав | | АВ | ААВВ | ААВв | АаВВ | АаВв | | Ав | ААВв | Аавв | АаВв | Аавв | | аВ | АаВВ | АаВв | ааВВ | ааВв | | ав | АаВв | Аавв | ааВв | аавв | | |

В F2 произошло расщепление на 4 фенотипических класса в соотношении 9:3:3:1. 9/16 всех семян имели оба доминантных признака (желтые и гладкие), 3/16 — первый доминантный и второй рецессивный (желтые и морщинистые), 3/16 — первый рецессивный и второй доминантный (зеленые и гладкие), 1/16 — оба рецессивных признака (зеленые и морщинистые).

При анализе наследования каждой пары признаков получаются следующие результаты. В F2 12 частей желтых семян и 4 части зеленых семян, т.е. соотношение 3:1. Точно такое же соотношение будет и по второй паре признаков (форме семян).

Формулировка закона: **при скрещивании организмов, отличающихся друг от друга двумя и более парами альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всевозможных сочетаниях**.

Третий закон Менделя выполняется только в том случае, если гены находятся в разных парах гомологичных хромосом.

### *Закон (гипотеза) «чистоты» гамет*

При анализе признаков гибридов первого и второго поколений Мендель установил, что рецессивный ген не исчезает и не смешивается с доминантным. В F2 проявляются оба гена, что возможно только в том случае, если гибриды F1 образуют два типа гамет: одни несут доминантный ген, другие — рецессивный. Это явление и получило название гипотезы чистоты гамет: каждая гамета несет только один ген из каждой аллельной пары. Гипотеза чистоты гамет была доказана после изучения процессов, происходящих в мейозе.

Гипотеза «чистоты» гамет — это цитологическая основа первого и второго законов Менделя. С ее помощью можно объяснить расщепление по фенотипу и генотипу.

### *Анализирующее скрещивание*

Этот метод был предложен Менделем для выяснения генотипов организмов с доминантным признаком, имеющих одинаковый фенотип. Для этого их скрещивали с гомозиготными рецессивными формами.

Если в результате скрещивания все поколение оказывалось одинаковым и похожим на анализируемый организм, то можно было сделать вывод: исходный организм является гомозиготным по изучаемому признаку.

Если в результате скрещивания в поколении наблюдалось расщепление в соотношении 1:1, то исходный организм содержит гены в гетерозиготном состоянии.

### *Наследование групп крови (система АВ0)*

Наследование групп крови в этой системе является примером множественного аллелизма (это существование у вида более двух аллелей одного гена). В человеческой популяции имеется три гена (i0, IА, IВ), кодирующие белки-антигены эритроцитов, которые определяют группы крови людей. В генотипе каждого человека содержится только два гена, определяющих его группу крови: первая группа i0i0; вторая IАi0 и IАIА; третья IВIВ и IВi0 и четвертая IАIВ.

### *Наследование признаков, сцепленных с полом*

У большинства организмов пол определяется во время оплодотворения и зависит от набора хромосом. Такой способ называют хромосомным определением пола. У организмов с таким типом определения пола есть аутосомы и половые хромосомы — Y и Х.

У млекопитающих (в т.ч. у человека) женский пол обладает набором половых хромосом ХХ, мужской пол — ХY. Женский пол называют гомогаметным (образует один тип гамет); а мужской — гетерогаметным (образует два типа гамет). У птиц и бабочек гомогаметным полом являются самцы (ХХ), а гетерогаметным — самки (ХY).

В  задания ГИА включены задачи только на признаки, сцепленные с Х-хромосомой. В основном они касаются двух признаков человека: свертываемость крови (ХН — норма; Xh — гемофилия), цветовое зрение (ХD — норма, Xd — дальтонизм). Гораздо реже встречаются задачи на наследование признаков, сцепленных с полом, у птиц.

У человека женский пол может быть гомозиготным или гетерозиготным по отношению к этим генам. Рассмотрим возможные генетические наборы у женщины на примере гемофилии (аналогичная картина наблюдается при дальтонизме): ХНХН — здорова; ХНXh — здорова, но является носительницей; ХhХh — больна. Мужской пол по этим генам является гомозиготным, т.к. Y-хромосома не имеет аллелей этих генов: ХНY — здоров; XhY — болен. Поэтому чаще всего этими заболеваниями страдают мужчины, а женщины являются их носителями.

* 1. **Закон Моргана**

Число признаков организма многократно превышает число хромосом. Следовательно, в одной хромосоме располагается множество генов. Наследование признаков, гены которых находятся в одной паре гомологичных хромосом, называется **сцепленным наследованием** (**закон Моргана**). Гены, расположенные в одной хромосоме, образуют **группу сцепления**. Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом.

* 1. **Правила при решении задач по генетике.**

**Правило первое**. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в их потомстве наблюдается расщепление признаков, то эти особи гетерозиготны.

**Правило второе**. Если в результате скрещивания особей, отличающихся фенотипически по одной паре признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление по этой же паре признаков, то одна из родительских особей гетерозиготна, а другая – гомозиготна по рецессивному признаку.

**Правило третье**. Если при скрещивании фенотипически одинаковых особей (по одной паре признаков) в первом поколении гибридов происходит расщепление признаков на три фенотипические группы в отношениях 1:2:1 , то это свидетельствует о неполном доминировании и о том, что родительские особи гетерозиготны.

**Правило четвертое**. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9:3:3:1, то исходные особи были дигетерозиготны.

**Правило пятое**. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9:3:4 9:6:1 , 9:7 , 12:3:1, то это свидетельствует о взаимодействии генов, а расщепление в отношениях 12:3:1, 13:3 и 15:1 – об эпистатическом взаимодействии генов.

* 1. **Список доминантных и рецессивных признаков человека**

в этом списке приведены основные признаки человека и их [доминантность/рецессивность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C).

|  |  |
| --- | --- |
| **Доминантный** | **Рецессивный** |
| ***Кожа*** | |
| Нормальная пигментация кожи, глаз, волос | Альбинизм |
| Смуглая кожа | Светлая кожа |
| Нормальный цвет кожи | Пегая пятнистость (белопегость) |
| [Пигментированное пятно в области крестца](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BF%D1%8F%D1%82%D0%BD%D0%BE) | Отсутствует |
| Кожа толстая | Кожа тонкая |
| ***Зрение*** | |
| Близорукость | [Нормальное зрение](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5&action=edit&redlink=1) |
| Дальнозоркость | [нормальное зрение](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5&action=edit&redlink=1) |
| Нормальное зрение | [Ночная слепота](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B0) |
| Цветовое зрение | [Дальтонизм](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC) |
| Отсутствие катаракты | [Катаракта](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0) |
| Отсутствие косоглазия | [Косоглазие](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%B5) |
| ***Рост*** | |
| Низкий рост (ниже 165 см) | Нормальный рост |
| ***Руки*** | |
| Нормальное число пальцев | Полидактилия (добавочные пальцы) |
| Нормальная длина пальцев | [Брахидактилия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%80%D0%B0%D1%85%D0%B8%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%8F) (короткие пальцы) |
| Праворукость | Леворукость |
| Нормальное строение пальца | Большой палец руки толстый и короткий (расплющенный) |
| Ногти тонкие и плоские | Нормальные |
| Ногти очень твердые | Нормальные |
| Узоры на коже пальцев эллиптические | Узоры на коже пальцев циркулярные |
| ***Ноги*** | |
| Норма | Предрасположенность к варикозному расширению вен |
| Второй палец ноги длиннее большого | Второй палец ноги короче |
| Повышенная подвижность большого пальца | Норма |
| ***Слух*** | |
| Нормальный слух | Врожденная глухота |
| ***Процессы в организме*** | |
| Нормальное усвоение глюкозы | [Сахарный диабет](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D0%B1%D0%B5%D1%82) |
| Нормальная свёртываемость крови | [Гемофилия](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%8F) |
| ***Черты лица*** | |
| Веснушки | Отсутствие веснушек |
| Круглая форма лица (R–) | Квадратная форма лица (rr) |
| Круглый подбородок (K–) | Квадратный подбородок (kk) |
| Ямочка на подбородке (А–) | Отсутствие ямочки (аа) |
| [Ямочки на щеках](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D0%BC%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B8_%D0%BD%D0%B0_%D1%89%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D1%85) (D–) | Отсутствие ямочек (dd) |
| Густые брови (B–) | Тонкие брови (bb) |
| Брови не соединяются (N–) | Брови соединяются (nn) |
| Длинные ресницы (L–) | Короткие ресницы (ll) |
| ***Волосы*** | |
| Тёмные | Светлые |
| Не рыжие | Рыжие |
| Кучерявые | Волнистые |
| Волнистые (???) | Прямые |
| Облысение (у мужчин) | Норма |
| Норма | Облысение (у женщин) |
| Норма | Белая прядь |
| Преждевременное поседение | Норма |
| Обильная волосатость тела | Мало волос на теле |
| Норма | Широкие пушистые брови |
| ***Нос*** | |
| Круглый нос (G–) | Заострённый нос (gg) |
| Круглые ноздри (Q–) | Узкие ноздри (qq) |
| Высокая и узкая переносица | Низкая и широкая переносица |
| Нос с горбинкой | Прямая или согнутая переносица |
| Кончик носа направлен прямо | Курносый нос |
| ***Рот*** | |
| Способность загибать язык назад | Нет |
| Способность свертывать язык трубочкой | Нет |
| Отсутствие зубов при рождении | Зубы при рождении |
| Выступающие вперед зубы и челюсти | Зубы и челюсти не выступают |
| Щель между резцами | Отсутствует |
| Предрасположенность к кариесу зубов | Норма |
| Полные губы | Тонкие губы |
| Норма | Габсбургская губа |
| ***Уши*** | |
| Острая верхушка уха (дарвиновский бугорок имеется) | Отсутствует |
| Свободная мочка уха (S–) | Сросшаяся мочка уха (ss) |
| ***Кровь*** | |
| [Группы крови](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BF%D0%BF%D1%8B_%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8) А, В и O | Группа крови AB |
| Наличие [резус-фактора](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D1%83%D1%81-%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80) (Rh+) | Отсутствие резус-фактора (Rh-) |

**Раздел 2. Алгоритм решения задач.**

**2.1. Решение прямых задач**

Под прямой задачей подразумевается такая, в которой известны генотипы родителей, необходимо определить возможные генотипы и фенотипы потомства в первом и втором поколениях.

Для решения задачи следует составить схему, аналогичную той, что использовалась для записи результатов моногибридного скрещивания.

|  |  |
| --- | --- |
| Алгоритм действий | Пример решения задачи. |
| 1. Чтение условия задачи. | 1. Задача. При скрещивании двух сортов томатов с гладкой и опушенной кожицей в первом поколении все плоды оказались с гладкой кожицей. Определите генотипы исходных родительских форм и гибридов первого поколения. Какова вероятность получения в потомстве плодов с гладкой кожицей? Плодов с опушенной кожицей? |
| 2. Введение буквенного обозначения доминантного и рецессивного признаков. | 2. Решение. Если в результате скрещивания все потомство имело гладкую кожицу, то этот признак - доминантный (А), а опушенная кожица – рецессивный признак (а). |
| 3. Составление схемы 1-го скрещивания, запись фенотипов, а затем генотипов родительских особей. | 3. Так как скрещивались чистые линии томатов, родительские особи были гомозиготными.  Р фенотип ♀ гладкая х ♂опушенная  кожица кожица  Р генотип ♂ АА х ♀ аа |
| 4. Запись типов гамет, которые могут образовываться во время мейоза. | 4. ↓ ↓  G А а  (Гомозиготные особи дают только один тип гамет.) |
| 5. Определение генотипов и фенотипов потомков, образующихся в результате оплодотворения. | 5.  F1  генотип Аа  фенотип гладкая кожица |
| 6. Составляем схему второго скрещивания. | 6.  Р фенотип ♀гладкая х ♂гладкая  кожица кожица  Р генотип ♂Аа х ♀Аа |
| 7. Определяем гаметы, которые дает каждая особь. | 7. ↓ ↓ ↓ ↓  G А а А а  (Гетерозиготные особи дают два типа гамет). |
| 8. Составляем решетку Пеннета и определяем генотипы и фенотипы потомков. | 8.  F2  Генотип     |  |  |  | | --- | --- | --- | | ♂  ♀ | А | А | | А | АА | Аа | | А | Аа | Аа |     Аа Аа Аа аа  гл. гл. гл. опуш. |
| 9. Отвечаем на вопросы задачи полными предложениями, записывая все вычисления. | Вероятность появления в F2 плодов с гладкой кожицей:  4 - 100%  3 - х х = (3х100):4 =75%  Вероятность появления в F2 плодов с опушенной кожицей:  100%-75% =25%. |
| 10. Записываем ответ по образцу: | Ответ: АА, аа, Аа / 75%, 25%. |

**2.2. Алгоритм решения обратных задач.**

Под обратной задачей имеется в виду такая задача, в которой даны результаты скрещивания, фенотипы родителей и полученного потомства; необходимо определить генотипы родителей и потомства.

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Читаем условие задачи. | 1. Задача. При скрещивании двух дрозофил с нормальными крыльями у 32 потомков были укороченные крылья, а у 88 потомков – нормальные крылья. Определите доминантный и рецессивный признаки. Каковы генотипы родителей и потомства? |
| 2. По результатам скрещивания F1 или F2 определяем доминантный и рецессивный признаки и вводим обозначение. | 2. Решение. Скрещивались мухи с нормальными крыльями, а в потомстве оказались мухи с редуцированными крыльями. Следовательно, нормальные крылья – доминантный признак (А), а редуцированные крылья – рецессивный признак (а). |
| 3. Составляем схему скрещивания и записываем генотип особи с рецессивными признаком или особи с известным по условию задачи генотипом. | 3.  Р фенотип ♀норм. х ♂норм.  крылья крылья  Р генотип ♂А\_ х ♀ А\_  F1  фенотип 88 норм. крылья 32 редуц. крылья  генотип А\_ аа |
| 4. Определяем типы гамет, которые может образовать каждая родительская особь. | 4. Родительские особи обязательно образуют гаметы с доминантным геном. Так как в потомстве появляются особи с рецессивным признаком, значит у каждого из родителей есть один ген с рецессивным признаком. Отсюда:  Р фенотип норм. крылья х норм. крылья  Р генотип Аа х Аа  ↓ ↓ ↓ ↓  G А а А а |
| 5. Определяем генотип и фенотип потомства, полученного в результате оплодотворения, записываем схему. | 5.  F1 генотип АА Аа Аа аа  фенотип 88 (норм. норм. норм. редуц.) |
| 6.Записываем ответ задачи. | Ответ: доминантный признак – нормальные крылья/ Аа и Аа/ АА, 2Аа, аа. |

**2.3.** **Алгоритм решения задач «Моногибридное скрещивание».**

* Определите доминантный и рецессивный признак по результатам скрещивания первого поколения (F1) и второго (F2) (по условию задачи). Введите буквенные обозначения: А - доминантный а - рецессивный.
* Запишите генотип особи с рецессивным признаком или особи с известным по условию задачи генотипом и гаметы.
* Запишите генотип гибридов F1.
* Составьте схему второго скрещивания. Запишите гаметы гибридов F1 в решетку Пеннета по горизонтали и по вертикали.
* Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношения фенотипов в F1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ТИП СКРЕЩИВАНИЯ | СХЕМА СКРЕЩИВАНИЯ | ЗАКОН. АВТОР |
|  | D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\1.gif |  |
| **Моногибридное скрещивание по одной паре признаков.**  1. При полном доминировании проявляется только доминантный признак.  2. При неполном доминировании признак имеет среднее (промежуточное) значение между доминантным и рецессивным | Скрещивание гибридов при полном доминировании.  D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\2.gif  D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\3.gif  при неполном доминировании. | **I. Закон единообразия первого поколения.**  (Г. Мендель).  При скрещивании двух особей с противоположными признаками в первом поколении все гибриды одинаковы и похожи на одного из родителей. **II. Закон расщепления.** (Г.Мендель). При скрещивании гибридов I поколения во втором поколении наблюдается расщепление в соотношении 3:1 по фенотипу. |

**2.4. Алгоритм решения задач «Дигибридное скрещивание».**

* Определите доминантный и рецессивный признак по результатам скрещивания первого поколения (F1) и второго (F2) (по условию задачи). Введите буквенные обозначения: А - доминантный а - рецессивный.
* Запишите генотип особи с рецессивным признаком или особи с известным по условию задачи генотипом и гаметы.
* Запишите генотип гибридов F1.
* Составьте схему второго скрещивания. Запишите гаметы гибридов F1 в решетку Пеннета по горизонтали и по вертикали.
* Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношения фенотипов в F1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип скрещивания | Схема скрещивания | Закон. автор |
|  | D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\4.gifСкрещивание гибридов | Закон единообразия I поколения соблюдается. |
| **Дигибридное** - это скрещивание по двум парам признаков | D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\5.gif | **II. Закон независимого наследования признаков**  (Г. Мендель).  При скрещивании гибридов  I поколения по двум парам признаков наследование по каждой паре признаков идет независимо друг от друга и образуются четыре фенотипические группы с новыми сочетаниями. Расщепление по фенотипу 9:3:3:1 |

**2.5. Алгоритм решения задач «Анализирующее скрещивание».**

* Определите доминантный и рецессивный признак по результатам скрещивания первого поколения (F1) и второго (F2) (по условию задачи). Введите буквенные обозначения: А - доминантный а - рецессивный.
* Запишите генотип особи с рецессивным признаком или особи с известным по условию задачи генотипом и гаметы.
* Запишите генотип гибридов F1.
* Составьте схему второго скрещивания. Запишите гаметы гибридов F1 в решетку Пеннета по горизонтали и по вертикали.
* Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношения фенотипов в F1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип скрещивания | Схема скрещивания | Закон. автор |
| **Анализирующее** - это скрещивание особи с доминантным фенотипом с особью с рециссивными признаками (гомозиготой) для определения генотипа особи с доминантным признаком | **I вариант**D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\6.gif | Если при скрещивании особи с доминантным признаком с рецессивной гомозиготной особью полученное потомство единообразно, то анализируемая особь с доминантным признаком гомозиготна (АА). |
| **II вариант**D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\7.gif | Если при скрещивании особи с доминантным признаком с рецессивной гомозиготой полученное потомство дает расщепление 1 : 1 , то анализируемая особь с доминантным признаком гетерозиготна (Аа). |

**2.6. Алгоритм решения задач «Сцепленное наследование».**

* Определите доминантный и рецессивный признак по результатам скрещивания первого поколения (F1) и второго (F2) (по условию задачи). Введите буквенные обозначения: А - доминантный а - рецессивный.
* Запишите генотип особи с рецессивным признаком или особи с известным по условию задачи генотипом и гаметы.
* Запишите генотип гибридов F1.
* Составьте схему второго скрещивания. Запишите гаметы гибридов F1 в решетку Пеннета по горизонтали и по вертикали.
* Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношения фенотипов в F1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип скрещивания | Схема скрещивания | Закон. автор |
| **Сцепленное наследование** - это наследование признаков, расположенных в одной хромосоме | **Без кроссинговера**  D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\8.gif |  |
| **При кроссинговере**  D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\9.gif | **Закон сцепленного наследования генов, находящихся в одной хромосоме** (Т. Морган).  Гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются совместно, сцеплено.  Сцепление генов может нарушаться в результате кроссинговера. Количество кроссверных особей всегда значительно меньше, чем количество основных особей (Т. Морган). |

# 1. Полное сцепление

Перед решением задач на **сцепленное наследование** целесообразно сравнить результаты анализирующего скрещивания при **независимом** и **сцепленном наследовании**:

**Независимое наследование**

**А** – желтая окраска, **а** – зеленая окраска,  
**В** – гладкие семена, **b** – морщинистые семена.

**Сцепленное наследование** (кроссинговер отсутствует)

**А** – серое тело, **а** – черное тело,  
**В** – нормальные крылья, **b** – короткие крылья.

# 2. Определение типов гамет

Количество гамет равно 2n, где n – не число гетерозиготных пар генов, а количество пар разнородных хромосом, содержащих гетерозиготные гены. Например, тригетерозигота **АаВbСс** будет давать 8 типов гамет, если гены расположены в разных парах хромосом (n = 3) и только 2 типа, если гены находятся в одной паре (n = 1).

# 3. Неполное сцепление

При неполном сцеплении гомологичные хромосомы могут обмениваться аллельными генами. Причиной этого является кроссинговер, который, в свою очередь, является результатом того, что при мейозе гомологичные хромосомы конъюгируют и могут обмениваться участками.

В результате этого при скрещивании дигетерозигот с генотипом ab-ab      с гомозиготами по рецессиву, имеющими генотип ab-ab , в потомстве, наряду с обычными, появляется некоторое количество особей, образовавшихся в результате слияния кроссоверных гамет (рекомбинантов), имеющих генотип ab-ab      или ab-ab     .

# 4.Составление схем кроссинговера

При составлении схем кроссинговера следует помнить, что основное количество гамет будут составлять некроссоверные, а кроссоверные гаметы будут встречаться в небольших количествах. Образование кроссоверных гамет можно легко определить, воспользовавшись схемой:

 Напишите возможные варианты кроссинговера между генами в группе сцепления ABC-abc  .

**Решение**

1) Одиночный кроссинговер между генами **А** и **В**:

Схема кроссинговера-1

2) Одиночный кроссинговер между генами **В** и **С**:

Схема кроссинговера-2

3) Двойной кроссинговер между генами **А** и **С**:

Схема кроссинговера-3

# 5.Определение типа наследования (сцепленное или независимое) и расстояния между генами

Для определения **типа наследования** необходимо выяснить количество особей, получающихся при анализирующем скрещивании.

Соотношение фенотипических классов в F1, близкое к 1:1:1:1, позволяет с большой вероятностью предположить наличие **независимого наследования**, а присутствие в потомстве двух фенотипов в пропорции, близкой к 1:1, указывает на **сцепленное наследование**. Наличие небольшого количества рекомбинантов является результатом **кроссинговера**.

Количество таких организмов пропорционально вероятности кроссинговера между сцепленными генами и, следовательно, расстоянию между ними в хромосоме. Это расстояние измеряется в **морганидах (М)** и может быть определено по формуле:

где x –расстояние между генами (в морганидах),  
а и с –количество кроссоверных особей,  
n – общее число особей.

Таким образом, одна морганида равна 1% кроссинговера.

Если число кроссоверных особей дано в процентах, то **расстояние между генами** равно сумме процентного состава.

# Определение числа кроссоверных гамет или полученного соотношения особей в потомстве в зависимости от расстояния между генами в хромосомах

**Число кроссоверных гамет** определяется по формуле (3), выведенной из [формулы (2) для определения расстояния между генами в хромосоме](https://licey.net/free/6-biologiya/20-sbornik_zadach_po_genetike_s_resheniyami/stages/313-7_opredelenie_tipa_nasledovaniya_sceplennoe_ili_nezavisimoe_i_rasstoyaniya_mezhdu_genami.html):

где а и с – количество рекомбинантов каждого вида,  
n – общее количество потомства,  
x – расстояние между генами в морганидах.

# Картирование хромосом

Для составления **карт хромосом** рассчитывают взаимное [расстояние между отдельными парами генов](https://licey.net/free/6-biologiya/20-sbornik_zadach_po_genetike_s_resheniyami/stages/313-7_opredelenie_tipa_nasledovaniya_sceplennoe_ili_nezavisimoe_i_rasstoyaniya_mezhdu_genami.html) и затем определяют расположение этих генов относительно друг друга.

Так, например, если три гена расположены в следующем порядке: **А В С**, то расстояние между генами **А** и **С** (процент рекомбинаций) будет равно сумме расстояний (процентов рекомбинаций) между парами генов **АВ** и **ВС**.

Если гены расположены в порядке: **А С В**, то расстояние между генами **А** и **С** будет равно разности расстояний между парами генов **АВ** и **СВ**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ABC** – 47,5% **abc** – 47,5% **Abc** – 1,7% **aBC** – 1,7% **ABc** – 0,8% **abC** – 0,8% |  | Построить карту этого участка хромосомы. |

**Решение**

1. Расщепление при анализирующем скрещивании, близкое к 1:1, указывает на то, что все три пары генов находятся в одной хромосоме.
2. Расстояние между генами **А** и **В** равно: 1,7 + 1,7 = 3,4 М.
3. Расстояние между генами **В** и **С** равно: 0,8 + 0,8 = 1,6 М.

Ген **В** находится между генами **А** и **С**. Расстояние между генами **А** и **С** равно: 1,7 + 1,7 + 0,8 + 0,8 = 5,0 М.

**Задача 1**

Гены **А**, **В** и **С** находятся в одной группе сцепления. Между генами **А** и **В** кроссинговер происходит с частотой 7,4%, а между генами **В** и **С** – с частотой 2,9%. Определить взаиморасположение генов **А**, **В** и **С**, если расстояние между генами **А** и **С** равняется 10,3% единиц кроссинговера. Как изменится взаиморасположение этих генов, если частота кроссинговера между генами **А** и **С** будет составлять 4,5%?

**Решение**

1. По условию задачи расстояние от гена **А** до гена **С** (10,3 М) равно сумме расстояний между генами **А** и **В** (2,9 М) и генами **В** и **С**(7,4 М), следовательно, ген **В** располагается между генами **А** и **С** и расположение генов следующее: **А В С**.
2. Если бы расстояние от гена **А** до гена **С** равнялось разности расстояний между парами генов **АВ** и **ВС** (4,5 = 7,4 – 2,9), то гены располагались бы в следующей последовательности: **А С В**. И в этом случае расстояние между крайними генами было бы равно сумме расстояний между промежуточными: **АВ** = **АС** + **СВ**.

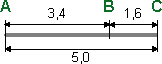
**Задача 2**

При анализирующем скрещивании тригетерозиготы **АаВbСс** были получены организмы, соответствующие следующим типам гамет:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ABC** – 47,5% **abc** – 47,5% **Abc** – 1,7% **aBC** – 1,7% **ABc** – 0,8% **abC** – 0,8% |  | Построить карту этого участка хромосомы. |

**Решение**

1. Расщепление при анализирующем скрещивании, близкое к 1:1, указывает на то, что все три пары генов находятся в одной хромосоме.
2. Расстояние между генами **А** и **В** равно: 1,7 + 1,7 = 3,4 М.
3. Расстояние между генами **В** и **С** равно: 0,8 + 0,8 = 1,6 М.
4. Ген **В** находится между генами **А** и **С**. Расстояние между генами **А** и **С** равно: 1,7 + 1,7 + 0,8 + 0,8 = 5,0 М.
5. Карта участка хромосомы:



**2.7. Алгоритм решения задач «Генетика пола».**

* Определите доминантный и рецессивный признак по результатам скрещивания первого поколения (F1) и второго (F2) (по условию задачи). Введите буквенные обозначения: А - доминантный а - рецессивный.
* Запишите генотип особи с рецессивным признаком или особи с известным по условию задачи генотипом и гаметы.
* Запишите генотип гибридов F1.
* Составьте схему второго скрещивания. Запишите гаметы гибридов F1 в решетку Пеннета по горизонтали и по вертикали.
* Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношения фенотипов в F1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип скрещивания | Схема скрещивания | Закон. автор |
| **Генетика пола**  Пол определяется наличием пары половых хромосом. Все остальные пары хромосом в кариотипе называются аутосомами. | **I вариант**D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\10.gif  Соотношение полов 1:1 | Пол организма определяется сочетанием половых хромосом.  Пол, содержащий одинаковые половые хромосомы (XX), называется гомогаметным, а различные половые хромосомы (XY) - гетерогаметным.  Гетерогаметные особи образуют два типа гамет. У большинства организмов (млекопитающих, амфибий, рептилий, многих беспозвоночных) женский пол гомогаметный, а мужской - гетерогаметный (I вариант) |
| **II вариант**D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\11.gifСоотношение полов 1:1 | У птиц, некоторых рыб, бабочек гетерогаметны самки, а гомогаметны самцы (II вариант) |
| **III вариант**D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\12.gif Соотношение полов 1:1 | У прямокрылых, пауков, жуков самцы не имеют Y хромосому из пары. Тип ХО. |

**2.8. Алгоритм решения задач «Наследование признаков, сцепленных с полом».**

* Определите доминантный и рецессивный признак по результатам скрещивания первого поколения (F1) и второго (F2) (по условию задачи). Введите буквенные обозначения: А - доминантный а - рецессивный.
* Запишите генотип особи с рецессивным признаком или особи с известным по условию задачи генотипом и гаметы.
* Запишите генотип гибридов F1.
* Составьте схему второго скрещивания. Запишите гаметы гибридов F1 в решетку Пеннета по горизонтали и по вертикали.
* Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношения фенотипов в F1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип скрещивания | Схема скрещивания | Закон. автор |
| **Наследование признаков, сцепленных с полом.**  Признаки, гены которых локализованы в половых хромосомах, называются сцепленными с полом | D:\генетика\Моногибридное и дигибридное скрещивание, Генетика пола. - Биология - ШКола.LV_files\13.gif | Если одна из X хромосом содержит рецессивный ген, определяющий проявления аномального признака, то носителем признака является женщина, а признак проявляется у мужчин.  Рецессивный признак от матерей передается сыновьям и проявляется, а от отцов передается дочерям.  Примером наследования признаков, сцепленных с полом у человека, является гемофилия и дальтонизм. |

**Раздел 3. Примеры решения задач по генетике**

1. **У дрозофилы доминантный ген красной окраски глаз (W) и рецессивный ген белой окраски (w) находятся в Х – хромосамах. Белоглазая самка скрещивалась с красноглазым самцом. Какой цвет глаз будет у самцов и самок в первом и втором поколении?**

Дано:   
W – красный окрас глаз  
w – белый окрас глаз  
Х W Х W – самки красной   
Х W Х w – самка крас.  
Х w Х w – самки белые глаза

Р ♀ Хw Xw × ♂ XWY  
гаметы Xw  XW, Y  
F1 XW Xw – красноглазая самка- 50%  
XwY- белоглазый самец – 50%  
 Р ♀ ХW Xw × ♂ XwY  
гаметы Xw, XW XW, Y  
F2 XW Xw – красноглазая самка - 25%  
 XwXw – белоглазая самка – 25%  
XWY – красноглазый самец – 25%  
XwY – белоглазый самец – 25%

Ответ: Среди потомства F1 50% будет красноглазых самок и 50% белоглазых самцов. Во втором поколении 25% - красноглазая самка, 25% - белоглазая самка, 25% - красноглазый самец, 25% - белоглазый самец.

1. **У домашних кур сцепленный с Х-хромосомой ген d имеет летальное действие. Какая часть потомства погибнет, если скрестить курицу с гетерозиготным петухом?**

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  А ген, сцепленный с Х-хромосомой d имимеет летальное действие    F1 гибель-? | Решение:  1) Р ♀ XAY x ♂ XAXa  G XA Y  XA Xa  F1 XAXA YXA XAXa YXa  XAXA - норм.петух  YXA норм.курица  XAXa норм. петух  YXa гибель |

Ответ: 25% погибнет потомства

1. **У человека рецессивный ген гемофилии (h) и рецессивный ген дальтонизма (d) локализованы в X-хромосоме на расстоянии 9,8 морганид. Известно, что женщина гетерозиготна по обоим признакам, аномальные гены локализованы в разных X-хромосомах. Определите, какие дети у нее могут быть от брака со здоровым мужчиной, и какова вероятность их рождения.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дано:  Xh – гемофилия  XH – норма  Xd – дальтонизм  XD – норма  L(hd) = 9,8 мн = 9,8% кроссинговера | Решение  1) Проанализировав условие задачи, определим генотипы родителей:  **P: ♀ × ♂**  2) В результате кроссинговера с общей вероятностью 9,8% у матери образуется два новых типа гамет – кроссоверные гаметы. Вероятность появления каждого из типов кроссоверных гамет – = 4,9%. На долю некроссоверных гамет остается 100 – 9,8 = 90,2%, на каждый тип некроссоверных гамет по = 45,1%. Вероятность проявления каждой из гамет отца – 50%.  **G:**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **некроссоверные,**  **вероятность – 90,2%** | **= 45,1%** |  | **= 50%** | | **= 45,1%** |  | **Y = 50%** |      |  |  | | --- | --- | | **кроссоверные,**  **вероятность – 9,8%** | **= 4,9%** | | **= 4,9%** |   3) Определим вероятность появления детей с различными сочетаниями исследуемых признаков. Для этого по теореме умножения вероятностей вычислим произведение вероятностей материнской и отцовской гамет.  **F1:**  **= = 22,55% – здоровая девочка**  **= = 22,55% – мальчик с гемофилией**  **= = 22,55% – здоровая девочка**  **= = 22,55% – мальчик-дальтоник**  **= = 2,45% – здоровая девочка**  **= = 2,45% – здоровый мальчик**  **= = 2,45% – здоровая девочка**  **= = 2,45% – мальчик-дальтоник с гемофилией** |
| F1 – ? |

**Ответ:** вероятность рождения здоровой девочки в данном браке – 50%; вероятность рождения здорового мальчика – 2,45%; вероятность рождения мальчика с гемофилией – 22,55%; вероятность рождения мальчика-дальтоника – 22,55%; вероятность рождения мальчика-дальтоника с гемофилией – 2,45%.

1. **У коров гены A и B расположены в одной хромосоме на расстоянии 24 морганиды. Определите генотипические группы потомков и вероятности их появления при скрещивании двух дигетерозигот с генотипом .**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дано:  L(AB) = 24 мн = 24% кроссинговера | Решение  **1) P: ♀ × ♂**  2) В результате кроссинговера с общей вероятностью 24% у матери и отца образуется два новых типа гамет – кроссоверные гаметы. Вероятность появления каждого из типов кроссоверных гамет – = 12%. На долю некроссоверных гамет остается 100 – 24 = 76%, на каждый тип некроссоверных гамет по 38%.  **G:**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **некросс.,**  **76%** | **= 38%** |  | **некросс.,**  **76%** | **= 38%** | | **= 38%** |  | **= 38%** |      |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **кросс.,**  **24%** | **= 12%** |  | **кросс.,**  **24%** | **= 12%** | | **ab = 12%** |  | **ab = 12%** |   3) Определим вероятность появления детей с различными сочетаниями исследуемых признаков. Для этого по теореме умножения вероятностей вычислим произведение вероятностей материнской и отцовской гамет.  **F1:**   |  |  | | --- | --- | | **= = 14,44%** | **= = 4,56%** | | **= = 14,44%** | **= = 4,56%** | | **= = 4,56%** | **= = 1,44%** | | **= = 4,56%** | **= = 1,44%** | | **= = 14,44%** | **= = 4,56%** | | **= = 14,44%** | **= = 4,56%** | | **= = 4,56%** | **= = 1,44%** | | **= = 4,56%** | **= = 1,44%** | |
| F1 – ? |

**Ответ:** в потомстве наблюдается 16 групп генотипов; вероятность проявления генотипа = 14,44%, = 14,44%, = 4,56%, = 4,56%, = 14,44%, = 4,44%, = 4,56%, = 4,56%, = 4,56%, = 4,56%, = 1,44%,  = 1,44%, = 4,56%, = 4,56%, = 1,44%, = 1,44%.

**Заключение.**

Дорогие ребята!

Это пособие создавалось в первую очередь для вас.

Практика показывает, что именно умение решать задачи вызывает у вас наибольшие затруднения.

Если вы хотите научиться решать задачи по генетике, следуйте советам:

1. Каждая гамета получает гаплоидный набор хромосом (генов). Все хромосомы (гены) имеются в гаметах.
2. В каждую гамету попадает только одна гомологичная хромосома из каждой пары (только один ген из каждой аллели).
3. Число возможных вариантов гамет равно ***2n***, где ***n*** – число хромосом, содержащих гены в гетерозиготном состоянии.
4. Одну гомологичную хромосому (один аллельный ген) из каждой пары ребенок получает от отца, а другую (другой аллельный ген) – от матери.
5. Гетерозиготные организмы при полном доминировании всегда проявляют доминантный признак. Организмы с рецессивным признаком всегда гомозиготны.
6. Решение задачи на дигибридное скрещивание при независимом наследовании обычно сводится к последовательному решению двух задач на моногибридное (это следует из закона независимого наследования).

Кроме того, для успешного **решения задач по генетике** следует уметь выполнять некоторые несложные операции и использовать методические приемы, которые приводятся ниже.

Прежде всего необходимо внимательно изучить **условие задачи**. Даже те учащиеся, которые хорошо знают закономерности наследования и успешно решают генетические задачи, часто допускают грубые ошибки, причинами которых является невнимательное или неправильное прочтение условия.

Следующим этапом является определение **типа задачи**. Для этого необходимо выяснить, сколько пар признаков рассматривается в задаче, сколько пар генов кодирует эти признаки, а также число классов фенотипов, присутствующих в потомстве от скрещивания гетерозигот или при анализирующем скрещивании, и количественное соотношение этих классов. Кроме того, необходимо учитывать, связано ли наследование признака с половыми хромосомами, а также сцепленно или независимо наследуется пара признаков. Относительно последнего могут быть прямые указания в условии. Также, свидетельством о сцепленном наследовании может являться соотношение классов с разными фенотипами в потомстве.

Для облегчения решения можно записать **схему брака (скрещивания)** на черновике, отмечая фенотипы и генотипы особей, известных по условию задачи, а затем начать выполнение операций по выяснению неизвестных генотипов. Для удобства неизвестные гены на черновике можно обозначать значками \*, \_ или ?.

**Выяснение генотипов** особей, неизвестных по условию, является **основной методической операцией**, необходимой для решения генетических задач. При этом решение всегда надо начинать с особей, несущих рецессивный признак, поскольку они гомозиготны и их генотип по этому признаку однозначен – **аа**.

Выяснение генотипа организма, несущего доминантный признак, является более сложной проблемой, потому что он может быть гомозиготным (**АА**) или гетерозиготным (**Аа**).

Гомозиготными (**АА**) являются представители «чистых линий», то есть такие организмы, все предки которых несли тот же признак. Гомозиготными являются также особи, оба родителя которых были гомозиготными по этому признаку, а также особи, в потомстве которых (**F1**) не наблюдается расщепление.

Организм гетерозиготен (**Аа**), если один из его родителей или потомков несет рецессивный признак, или если в его потомстве наблюдается расщепление.

В некоторых задачах предлагается выяснить, **доминантным** или **рецессивным** является рассматриваемый признак. Следует учитывать, что доминантный признак во всех случаях, кроме неполного доминирования, проявляется у гетерозиготных особей. Его несут также фенотипически одинаковые родители, в потомстве которых встречаются особи, отличные от них по фенотипу. При моногенном наследовании доминантный признак всегда проявляется у потомства **F1** при скрещивании гомозиготных родителей (чистых линий) с разным фенотипом (исключение – неполное доминирование).

При определении возможных вариантов распределения генов в гаметах следует помнить, что каждая гамета содержит гаплоидный набор генов и что в нее попадает только один ген из каждой пары, определяющей развитие признака. Число возможных вариантов гамет равно ***2n***, где ***n*** – число рассматриваемых пар хромосом, содержащих гены в гетерозиготном состоянии.

Распространенной ошибкой при определении вариантов гамет является написание одинаковых типов гамет, то есть содержащих одни и те же сочетания генов. Для определения возможных типов гамет более целесообразным представляется **запись генотипов в хромосомной форме**. Это упрощает определение всех возможных вариантов сочетания генов в гаметах (особенно при полигибридном скрещивании). Кроме того, некоторые задачи невозможно решить без использования такой формы записи.

Сочетания гамет, а также соответствующие этим сочетаниям фенотипы потомства при дигибридном или полигибридном скрещивании равновероятны, и поэтому их удобно определять с помощью **решетки Пеннета**. По вертикали откладываются типы гамет, продуцируемых матерью, а по горизонтали – отцом. В точках пересечения вертикальных и горизонтальных линий записываются соответствующие сочетания генов. Обычно выполнение операций, связанных с использованием решетки Пеннета, не вызывает затруднений у учащихся. Следует учитывать только то, что гены одной аллельной пары надо писать рядом (например, **ААВВ**, а не **АВАВ**).

Конечным этапом решения является **запись схемы скрещивания (брака)** в соответствии с требованиями по оформлению, описанными ниже, а также максимально подробное изложение всего хода рассуждений по решению задачи с обязательным логическим обоснованием каждого вывода. Отсутствие объяснения даже очевидных, на первый взгляд, моментов может быть основанием для снижения оценки на экзамене.

**Список литературы**

1. Биология. 11 класс: учеб. Для общеобразоват. организаций: базовый уровень/ Д.К. Беляев, Г.М. Дымшиц, Л.Н. Кузнецова – М.: Просвещение, 2016. – 223с.
2. Капранова Г.В. Сборник задач по генетике. – Луганск: Янтарь, 2003. – 68с.
3. Пепеляева О.А., Сунцова И.В. Поурочные разработки по общей биологии: 11 класс.- М.: ВАКО, 2006. -464с.

Дополнительная литература

1. Анастасова Л.П. Самостоятельные работы учащихся по общей биологии: Пособие для учителя. М.: Просвещение, 1989. - 175 с.
2. Борисова, Л.В. Тематическое и поурочное планирование по биологии: 11 кл.: к учебнику Мамонтова С.Г., Захарова В.Б, Сонина Н.И. «Биология. Общие закономерности. 11 класс»: Методическое пособие/Борисова Л.В. – М.: Издательство «Экзамен», 2006. – 159 с.
3. Донецкая Э.Г. Общая биология. Тетрадь с печатной основой для учащихся 11кл. – Саратов, «Лицей», 1997.,80с.
4. Ловкова Т.А. Биология. Общие закономерности. 11 класс: Методическое пособие к учебнику Мамонтова С.Г., Захарова В.Б, Сонина Н.И. «Биология. Общие закономерности. 9 класс»/ Ловкова Т.А., Сонин Н.И. – М.; Дрофа, 2003. – 128 с.
5. Сухова Т.С. Общая биология. 10-11 кл.: рабочая тетрадь к учебникам «Общая биология. 10 класс» и «Общая биология. 11 класс»/Сухова Т.С, Козлова Т.А, Сонин Н.И; под редакцией Захарова В.Б. – М.: Дрофа, 2006. -171 с.