**Решение задач по генетике с использованием законов Г.Менделя**

В.И. Титова, школа № 2, г. Анадырь, Чукотский автономный округ

**Дигибридное скрещивание**

При решении задач на дигибридное скрещивание мне хотелось бы обратить внимание на два момента: а) использование буквенной символики и б) способах анализа F2-поколения.

Задача 9. Какое потомство получится при скрещивании чистопородного комолого (безрогого) черного быка с красными рогатыми коровами? Каким окажется следующее поколение, полученное от скрещивания этих гибридов между собой, если известно, что комолость доминирует над рогатостью, а черная масть – над красной, причем гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом?

Условие задачи можно записать двумя способами.

1-й способ

А – ген комолости

а – ген рогатости

В – ген черной масти

в – ген красной масти

ААBB – комолый черный



ааbb – рогатые красные



F1 – ? F2 – ?

2-й способ

К – ген комолости

к – ген рогатости

Ч – ген черной масти

ч – ген красной масти

ККЧЧ – комолый черный



ккчч – рогатые красные



F1 – ? F2 –?

На уроках я показываю учащимся оба способа использования буквенной символики при записи условия задачи. Они выбирают тот способ, который для них наиболее приемлем.

Второй момент, на который хотелось бы обратить внимание, –способы анализа потомков в F2. Я знакомлю учащихся с тремя способами и право выбора способа решения оставляю за ними.

1-й способ

Составление решетки Пеннета. Этот прием хорошо знаком всем учителям, поэтому я не останавливаюсь на нем. Для нашей задачи таблица Пеннета будет выглядеть следующим образом (воспользуемся буквенной символикой второго способа записи условия).

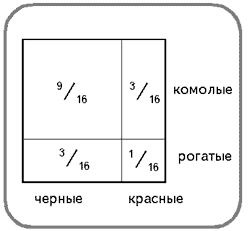
Так как каждый признак контролируется одной парой аллелей, локализованных в разных парах хромосом, анализ каждого признака при решении задачи должен проводиться отдельно.

Это правило является основой второго и третьего способов анализа потомства в F2.

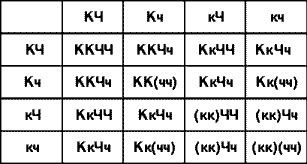
2-й способ

Позволяет наглядно представить, какие фенотипы будут в потомстве F2 при условии, что анализировать генотипы не следует.

Потомство F2 условно изображают в виде квадрата. Так как комолость доминирует над рогатостью, мы сразу можем сказать (в соответствии с менделевским законом расщепления), что только одна четверть всего потомства будет рогатой, а остальные три четверти комолыми.



Изобразим это наглядно, отсекая нижнюю четверть квадрата горизонтальной линией (тогда меньший – нижний прямоугольник будет символизировать рогатую часть потомства). Независимо от этого, по признаку масти все потомство тоже должно распадаться на две неравные части: одна четверть – красные, а остальные три четверти – черные (ведь черный цвет доминирует).



Так как площадь квадрата принимается за единицу, площади его частей символизируют доли потомства с соответствующими признаками. Как видим, 9/16 всего потомства (3/4 х 3/4) – комолые черные,

3/16 (3/4 х 1/4) – рогатые черные, еще 3/16 – комолые красные и, наконец, 1/16 потомства (1/4 х 1/4) – рогатые красные.

3-й способ

Согласно закону независимого наследования (третий закон Менделя) в потомстве F2 по каждой паре признаков происходит расщепление по фенотипу 3 : 1 и расщепление по генотипу 1 : 2 : 1. То есть по признаку наличия рогов можно записать (воспользуемся буквенной символикой 1-го способа записи условия):

Расщепление по фенотипу:

|  |  |
| --- | --- |
| (3А\_  комолые | :1аa)  рогатые |

Расщепление по генотипу:

(1АА : 2Аа : 1аa)

Аналогично, по признаку масти, можно записать.

Расщепление по фенотипу:

|  |  |
| --- | --- |
| (3В\_  черные | : 1bb)  красные |

Расщепление по генотипу:

(1BB : 2Bb : 1bb)

Объединив оба признака, запишем выражение:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (3А\_ + 1аa) х  комолые рогатые | (3В\_ + 1bb) =  черные красные | 9А\_В\_ +  комолые  черные | 3A\_bb +  комолые  красные | 3ааВ\_ + рогатые  черные | 1 аabb  рогатые  красные |

В результате получили четыре фенотипические группы.

Этот способ хорошо позволяет быстро написать не только фенотипы потомства F2, но также генотипы F2 поколения:

(1АА + 2Аа + 1aa) х (1BB + 2Bb + 1bb) = 1AABB+ + 2AABb + 1AAbb + 2АаBB + 4АаBb + 2Aabb +

+1aaBB + 2aaBb + 1aabb

Удобен этот способ и при других схемах скрещивания:

1) P: AaBb х aabb

F1: (1Aa + 1aa) х (1Bb + 1bb) = 1АаBb : 1Aabb : 1aaBb : 1aabb

2) P: AaBb х aaBb

F1: (1Aa + 1aa) х (3B\_ + 1bb) = 3AaB\_ + 1Aabb + 3AaB\_ + 1aabb

3) Р: АаBBcc х AabbCc

F1: (3A\_+ 1aa) х (Bb) х (1Cc + 1cc) = 3A\_BbCc + 3A\_Bbcc + 1aaBbCc + 1aaBbcc

Итоги занятия

Надеюсь, что предложенные приемы и способы решения задач позволят учителям увереннее чувствовать себя на уроках, а предлагаемые далее материалы будут полезны при составлении упражнений и задач по генетике.

Словарь основных понятий и терминов

Альтернативные признаки – взаимоисключающие, контрастные признаки.

Гаметы (от греч. «гаметес» – супруг) – половая клетка растительного или животного организма, несущая один ген из аллельной пары. Гаметы всегда несут гены в «чистом» виде, т.к. образуются путем мейотического деления клеток и содержат одну из пары гомологичных хромосом.

Ген (от греч. «генос» – рождение) – участок молекулы ДНК, отвечающий за один признак, т.е. за структуру определенной молекулы белка.

Гены аллельные – парные гены, расположенные в идентичных участках гомологичных хромосом.

Генотип – совокупность полученных от родителей наследственных признаков организма – наследственная программа развития.

Гетерозигота (от греч. «гетерос» – другой и зигота) – зигота, имеющая два разных аллеля по данному гену (Аа, Вb). Гетерозиготная особь в потомстве дает расщепление по данному признаку.

Гомозигота (от греч. «гомос» – одинаковый и зигота) – зигота, имеющая одинаковые аллели данного гена (оба доминантные или оба рецессивные). Гомозиготная особь в потомстве не дает расщепления.

Гомологичные хромосомы (от греч. «гомос» – одинаковый) – парные хромосомы, одинаковые по форме, размерам, набору генов. В диплоидной клетке набор хромосом всегда парный: одна хромосома из пары материнского происхождения, вторая – отцовская.

Признак доминантный (от лат. «доминас» – господствующий) – преобладающий признак, проявляющийся в потомстве у гетерозиготных особей.

Признак рецессивный (от лат. «рецессус» – отступление) – признак, который передается по наследству, но подавляется, не проявляясь у гетерозиготных потомков, полученных при скрещивании.

Скрещивание анализирующее – скрещивание испытуемого организма с другим, являющимся по данному признаку рецессивной гомозиготой, что позволяет установить генотип испытуемого.

Скрещивание дигибридное – скрещивание форм, отличающихся друг от друга по двум парам альтернативных признаков.

Скрещивание моногибридное – скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков.

Фенотип – совокупность признаков и свойств организма, проявляющаяся при взаимодействии генотипа со средой.

Приложение

Таблица 4. Модели расщепления при взаимодействии неаллельных генов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Взаимодействие неаллельных генов | Математическая модель расщепления | Типы взаимодействия аллелей разных генов |
| Коэпистаз  Полуэпистаз  Изоэпистаз  Эпистаз доминантный  Эпистаз рецессивный | 9 : 3 : 3 : 1  9 : 6 : 1  15 : 1  13 : 3  12 : 3 : 1  9 : 7  9 : 3 : 4 | Аллели независимы  Аллели суммируются  Аллели тождественны  Доминантные аллели одного гена подавляют проявление доминантной аллели другого гена  Гомозиготные рецессивные аллели одного гена подавляют проявление доминантной или рецессивной аллели другого типа |

Таблица 5. Законы Г.Менделя

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название | Год | Формулировка |
| Правило единообразия гибридов первого поколения (первый закон Менделя) | 1865 г. | При моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки – оно фенотипически и генотипически единообразно |
| Закон расщепления (второй закон Менделя) | 1865 г. | При скрещивании гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление признаков в отношении 3 : 1 – образуются две фенотипические группы (доминантная и рецессивная); 1 : 2 : 1 – три генотипические группы |
| Закон независимого наследования (третий закон Менделя) | 1865 г. | При дигибридном скрещивании у гибридов каждая пара признаков наследуется независимо от других и дает расщепление 3:1, образуя при этом четыре фенотипические группы, характеризующиеся отношением 9 : 3 : 3 : 1 (при этом образуется девять генотипических групп – 1 : 2 : 2 : 1 : 4 : 1 : 2 : 2 : 1) |
| Гипотеза (закон) чистоты гамет | 1865 г. | Находящиеся в каждом организме пары альтернативных признаков не смешиваются при образовании гамет и по одному от каждой пары переходят в них в чистом виде |

Таблица 6. Соотношение между числом пар генов, участвующих в скрещивании, и числом фенотипических и генотипических классов в F2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Число пар генов, участвующих в скрещивании | Число различных сортов гамет, образуемых гибридом | Число генотипов | Число возможных сочетаний гамет, образованных в F1 | Число фенотипов (при полном доминировании) |
| 1  2  3  ... | 2  4  8  ... | 3  9  27  ... | 4  16  64  ... | 2  4  8  ... |
| n | 2n | 3n | 4n | 2n |

Основные правила, помогающие в решении генетических задач

Правило 1.

Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в их потомстве наблюдается расщепление признаков в соотношении 3 : 1, то эти особи гетерозиготны. (Моногибридное скрещивание при полном доминировании.)

Правило 2.

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

Правило 3.

Если в результате скрещивания особей, отличающихся друг от друга фенотипически по одной паре признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление по той же паре признаков в соотношении 1 : 1, то одна из родительских особей была гетерозиготна, а другая – гомозиготна по рецессивному признаку.

Правило 4.

Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9 : 3 : 3 : 1, то исходные (данные) особи были дигетерозиготными. (Дигибридное скрещивание.)