

Крисевич Т. О. – старший преподаватель кафедры общей биологии и ботаники

Решаем задачи на закон Харди-Вайнберга и правило Линдемана

1. Объясните, пожалуйста, как решать задачи на закон Харди-Вайнберга. В частности, приведите решение задачи А17 варианта 7 из «Сборника тестов централизованного тестирования по биологии 2007 года».

Оксана П., г. Калининичи

Ответ:

Принцип равновесия Харди-Вайнберга гласит, что при наличии определенных условий частота аллелей остается постоянной из поколения в поколение.

Уравнение Харди-Вайнберга неприменимо, если:

- популяция мала
- спаривание происходит случайным образом (происходит половой отбор)
- имеют место мутации
- некоторые генотипы менее плодовиты, т.е. происходит отбор
- в популяции происходит эмиграция или иммиграция

Очень немногие популяции находятся в таком состоянии, поэтому чаще всего закон Харди-Вайнберга носит чисто теоретический характер.

Введем обозначения:

p – частота встречаемости доминантного аллеля

q – частота встречаемости рецессивного аллеля

p^2 - частота встречаемости доминантных гомозигот

q^2 - частота встречаемости рецессивных гомозигот

$2pq$ – частота встречаемости гетерозигот

$p^2 + 2pq + q^2 = 1$ - уравнение Харди-Вайнберга для генотипов

$p + q = 1$ - уравнение Харди-Вайнберга для аллелей

Разберем задание А17 из 7 варианта.

Представьте, что существует система определения групп крови MN. Проявление той или иной группы крови определяется двумя аллелями гена L^M и L^N , причем между этими аллелями наблюдается кодоминирование, т.е.

люди с генотипом $L^M L^M$ имеют группу крови М, с генотипом $L^N L^N$ - группу N, а гетерозиготы $L^M L^N$ - группу MN. В одной из популяций 16% людей имеют группу крови N. Определите долю (%) людей с группой крови MN, учитывая, что в данной популяции сохраняется равновесие Харди-Вайнберга.

Решение:

При явлении кодоминирования оба гена являются доминантными по отношению друг к другу. Но в данном случае 16% будет соответствовать q^2 . Следовательно, $q = 0,4$. Подставляем это значение в уравнение для аллелей: $p = 1 - q$, т.е. $p = 0,6$. Для того, чтобы найти количество гетерозигот, необходимо найти величину $2pq$. Следовательно, $2pq = 2 \cdot 0,4 \cdot 0,6 = 0,48$, это будет составлять 48%.

2. Сдавала репетиционное тестирование по биологии и в одном из заданий наткнулась на правило Линдемана. Объясните, пожалуйста, как решать задачи на это правило.

Сухаркова Анна, Ветковский р-н

Ответ:

Органические молекулы, которые синтезируются автотрофами, служат источником питания для гетеротрофных животных. Этих животных поедают другие животные и, таким образом, происходит перенос энергии через ряд организмов, где каждый последующий питается предыдущим. Такая последовательность называется пищевой цепью. А каждое звено цепи соответствует определенному трофическому уровню. Первый трофический уровень всегда составляют автотрофы, которые называются продуцентами. Второй уровень – это фитофаги, которые называются консументами первого порядка. Третий уровень – это консументы второго порядка или хищники первого порядка. Четвертый уровень – это консументы третьего порядка или хищники второго порядка.

Обычно в экосистеме присутствует 4 – 5 трофических уровней, достаточно редко их встречается 6. Происходит это вследствие того, что на каждом трофическом уровне теряется энергия. Количество потерянной энергии может быть различно – 3%, 5% до 30%. Но в среднем по подсчетам теряется приблизительно 10%. Об этом и гласит правило Линдемана. Давайте приведем пример решения задачи на правило Линдемана.

На первом этапе репетиционного тестирования была предложена задача на данную тематику. Это было задание **В2 варианта 1**.

В экосистему суходольный луг за месяц поступает 2×10^7 ккал энергии. Прирост биомассы консументов второго порядка за этот период составляет

0,4 кг, КПД фотосинтеза 3%, 1кг консументов содержит 1000 ккал энергии. Определите количество неиспользованной биомассы (кг) растительноядных организмов в этой экосистеме за месяц. Процесс трансформации энергии с одного трофического уровня на другой протекает в соответствии с правилом Линдемана. Затратами растений на дыхание можно пренебречь.

Решение:

Данное в задаче количество энергии является идеальным. Учитывая КПД фотосинтеза, можно указать, какое количество энергии потребили продуценты:

$$2 \times 10^7 \text{ ккал} \cdot 0,03 = 6 \times 10^5 \text{ ккал}$$

Учитывая правило Линдемана, на третий энергетический уровень попадет в 100 раз меньше энергии. Известно, что 1 кг консументов содержит 1000 ккал энергии. Это значит, что консументов первого порядка 60 кг. Соответственно, идеальная биомасса продуцентов будет 600 кг. Но в задаче сказано, что прирост биомассы консументов второго порядка составил всего 0,4 кг, следовательно биомасса продуцентов составляла 40 кг. Для того, чтобы определить количество неиспользованной биомассы, нужно найти разность: $600 \text{ кг} - 40 \text{ кг} = 560 \text{ кг}$, что и является ответом на поставленный вопрос.

Ответ: 560 кг.

Крисевич Т.О.