



Чуб Владимир Викторович
Доктор биологических наук,
профессор кафедры физиологии растений
биологического факультета Московского
государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Ответы на биологические задачи интернет-олимпиады СУНЦ МГУ (7 – 8 классы)



Задание 1. Миша и Леночка живут рядом в деревне. Их мамы решили каждый год выращивать к 1 сентября цветы, чтобы дарить букеты учителям. Мишина мама любит всё красное, поэтому она подобрала красный сорт однолетних астр и красный сорт георгинов. А у Леночки любимое школьное платье с бе-

лым фартуком, поэтому её мама посадила белые астры и белые георгины. На первый год астры и георгины выросли точно такие же, какие были нарисованы на пакетах с семенами и клубнями. Мамы собрали семена со своих астр и выкопали на зиму георгины, и в следующем году посадили те же цветы на тех же

рядках. Но к осени на грядке Мишиной мамы осенью распустились 86 красных астр, 14 розовых и 8 красных георгинов. У Леночкиной мамы оказалось 92 белых астры, 8 розовых астр и 9 белых георгинов.

Помогите разобраться мамам и объясните, что произошло с их цветами. Для этого ответьте на вопросы.

1) Почему на следующий год и среди белых, и среди красных астр появились розовые?

Ответ. Приглядитесь внимательно к рисунку. На нём совершенно не случайно нарисован улей с пчёлами. При сборе нектара пчёлы производят опыление. При этом они могли переносить пыльцу с одной грядки на другую. Из цветков, опылённых собственной пыльцой (или пыльцой растений того же сорта) получатся семена, из которых на следующий год получатся астры точно такого же цвета. Но если пчёлы с пыльцой перелетали с одной грядки на другую, то они переносили пыльцу с красных астр на белые и наоборот. В результате два сорта «перепылились»: среди растений появились астры с новой окраской. Таким образом, розовые астры появились среди белых и красных астр в результате перекрёстного опыления между сортами.

2) Почему на грядке с красными астрами не появились белые, а на грядке с белыми – красные?

Ответ. В семени скрыт зародыш, из которого и вырастает новое растение на будущий год. У зародыша есть два родителя: материнское растение (на котором развивалось семя) и отцовское растение (пыльца которого участвовала в опылении). У зародыша половина наследственного материала (генов) достаётся от материнского, а вторая половина – от отцовского родителя. Розовые астры появились от попадания пыльцы красных растений на цветки белых (или пыльцы от белых растений на

красные цветки). Зародышам передались гены белой и красной окраски одновременно. В случае красной окраски астр гены от обоих родителей «работают» примерно одинаково. Поэтому окраска стала розовой.

Изучением наследования окраски занимается особая наука – *генетика*. Её проходят в старших классах. Если подходить к вопросу «погенетически», нужно будет как-то обозначить гены. Например, пусть *A* – это ген, отвечающий за красную окраску. Точно такой же ген, но от белых растений, обозначим как *a*. Тогда зародышам при перекрёстном опылении достанется *A* и *a*. В генетике принято писать: *Aa*. Эта запись и означает, что ген от одного родителя даёт красную окраску, а от другого – белую. Из зародыша вырастет растение с розовыми цветками. Чтобы выросли красные, нужно чтобы и в пыльцевом зерне, и в зачатке семени на материнском растении находился ген *A*. Зародыш получит две копии одного гена: *AA* (красные цветки). Соответственно, чтобы растение давало белые цветки, нужно чтобы от обоих родителей они получили ген *a*. Они несут два одинаковых гена белой окраски: *aa*.

Понятно, что в семенах с грядки с красными астрами хотя бы один ген должен оказаться *A*. Поэтому белых растений ни при каком варианте опыления не получится. Если собирать семена с грядки с чисто белыми астрами, то хотя бы один ген должен оказаться *a*. При этом в потомстве не может получиться растений красными цветками.

3) Почему доля розовых астр у Мишиной и Леночкиной мам оказалась разной?

Ответ. Единственного правильного ответа на этот вопрос нет. Здесь можно придумать разные объяснения. Например, на рисунке можно заметить, что белые астры распо-

ложены ближе к ульям с пчелами, а красные – дальше. Чтобы долететь до красных астр, пчёлы пролетают над грядкой с белыми астрами и время от времени садятся на них по дороге «туда», добывая часть нектара. При полёте «обратно» к улью пчёлы уже нагружены нектаром, поэтому они реже садятся на белые астры. Таким образом, перенос пыльцы чаще происходил с белых астр на красные, а в обратном направлении – реже. Другое объяснение может состоять в том, что белые астры начинают цвести раньше красных, а заканчивают цветение примерно одновременно. Тогда часть белых цветков будет опылена пыльцой того же сорта (пока красные не цветут). А потом доля перекрёстно опыленных растений становится одинаковой. И, наконец, такое небольшое различие могло быть вызвано случайными причинами (например, мамы случайно оставили на семена разное число перекрёстно опыленных растений). Могут быть и другие объяснения.

4) Почему георгины оказались такого же цвета, как и в предыдущий год?

Ответ. Георгины – в отличие от астр – мамы выращивали из клубней, которые они убрали на зимнее хранение. Фактически это – вегетативное размножение. А при вегетативном размножении признаки растения сохраняются. Можно было бы подумать, что пчёлам не нравятся георгины или что грядки с георгинами слишком далеко расположены друг от друга, и пчёлам неудобно летать. На самом деле, если бы мамы выращивали георгины не из клубней, а из семян, цвет лепестков мог измениться. Георгины тоже «перепыляются», но это заметно только при семенном размножении. При вегетативном размножении признаки не зависят от того, какая пыльца попала на цветки в текущем году.

Задание 2. Миша и Леночка любят ходить на единственный в округе деревенский пруд купаться и загорают. Но кроме них в пруду очень любят плавать лягушки.

«А давай сосчитаем, сколько лягушек живёт в нашем пруду», – предложила Леночка. «Давай!» – согласился Миша. И они стали считать лягушек. Но лягушки всё время ныряли, вылезали на берег, а потом опять спрыгивали в воду, так что ребята всё время сбивались со счёта.

«Так у нас ничего не получится, – сказала Леночка. – Давай поступим вот как. Поймаем часть лягушек, отметим их как-нибудь, а потом выпустим в пруд. Придём завтра и опять наловим лягушек. Нам останется только узнать, сколько попало отмеченных лягушек, и мы сможем посчитать, сколько примерно лягушек живёт в пруду.»

«Хорошо, – сказал Миша. – Только как их отметить, чтобы при этом не навредить лягушкам?»

«Я слышала, что птицам на лапку надевают кольцо, чтобы их отметить. На кольце пишут где, кто и когда его надел. Давай смастерим какие-нибудь колечки для лягушек.»

Ребята взяли фольгу от шоколадки, сделали лёгкие колечки, поймали 34 лягушки, закрепили на правой лапке каждой по такому колечку и отпустили обратно в пруд.

На следующий день ребята снова пришли на пруд купаться. Оказалось, что лягушки не смогли снять надетые кольца. Ребятам удалось наловить аж целых 42 лягушки! При этом у 6 из них оказались колечки на правой лапке.

«Ты, Миша, делай новые колечки для оставшихся лягушек и надевай теперь уже на левую лапку. Только смотри – не делай лягушкам больно! А потом всех выпускай обратно в пруд. Я же пока подсчитаю, сколько лягушек в нашем пруду.»

Помогите Леночке с расчетами.

1) Подсчитайте самостоятельно, сколько лягушек живёт в деревенском пруду.

2) Как изменились бы подсчёты, если бы ребята выловили 5 или 7 лягушек с колечком?

3) На следующий день Миша и Леночка пошли на пруд и снова поймали 51 лягушку. У скольких из них должны оказаться колечки? Сколько будет лягушек с колечком на правой, и сколько – с колечком на левой лапке?

Решение. Миша и Леночка использовали стандартный метод оценки величины популяции. Они отловили часть особей, поместили и отпустили их. Дальше можно предполагать, что «окольцованные» лягушки равномерно перемешаются с помеченными, и когда ребята второй раз поймали их, то доля помеченных лягушек среди пойманных будет равна доле помеченных лягушек во всей популяции.

1) В пробе из 42 лягушек – 6 с колечком на правой лапке. Среди лягушек всего пруда (X особей) – 34 с колечком на правой лапке.

Таким образом,

$$42 : 6 = X : 34,$$

отсюда

$$X = (42 \cdot 34) / 6 = 238 \text{ лягушек.}$$

2) Если бы ребята выловили 5 лягушек с колечком, то в пробе из 42 лягушек – 5 с колечком на правой лапке. Среди лягушек всего пруда (X особей) – 34 с колечком на правой лапке.

Таким образом,

$$42 : 5 = X : 34,$$

отсюда

$$X = (42 \cdot 34) / 5 = 285,6 \approx 286 \text{ лягушек.}$$

Если бы ребята выловили 7 лягушек с колечком, то в пробе из 42 лягушек – 7 с колечком на правой лапке.

Среди лягушек всего пруда (X особей) – 34 с колечком на правой лапке. Таким образом,

$$42 : 7 = X : 34,$$

отсюда

$$X = (42 \cdot 34) / 7 = 204 \text{ лягушки.}$$



Ошибка на одну лягушку ведёт к изменению расчётного числа лягушек в пруду на 48 или на 34 лягушки.

3) После второй поимки ещё

$$42 - 6 = 36$$

лягушек поместили колечком на левой лапке.

Всего меченых лягушек в пруду стало $36 + 34 = 70$ лягушек.

Во всём пруду 238 лягушек – 70 с колечками

В пробе из 51 лягушки – Y с колечками.

$$238 : 70 = 51 : Y$$

$$Y = (51 \cdot 70) / 238 = 15$$

лягушек с колечками

Доля лягушек с колечком на правой лапке составляет

$$36 : 70 = 0,514 \text{ (51,4 \%)}.$$

Доля лягушек с колечком на левой лапке составляет

$$34 : 70 = 0,486 \text{ (48,6 \%)}.$$

Теперь рассчитаем, сколько лягушек должно оказаться с колечком на правой лапке.

$$15 \cdot 0,514 = 7,71$$

Понятно, что нецелым число лягушек быть никак не может. Поэтому, скорее всего, будет 8 лягушек с колечком на правой лапке. Оставшиеся 7 лягушек будут с колечком на левой лапке.

Таким должен быть теоретически расчёт.

На самом деле среди пойманных лягушек из-за случайности могло оказаться больше или меньше мече-

ных лягушек. Могло даже оказаться так, что лягушек с кольцом на левой лапка окажется меньше, чем с кольцом на правой. Каковы шансы Леночки и Миши поймать то или иное число меченых лягушек, изучает особый раздел математики – теория вероятностей.

Конечно, у применённого ребятами метода есть некоторые недостатки. Вдруг лягушки не «перемещаются» равномерно? Или вдруг по какой-то причине ловятся в основном менее прыткие – тогда ребята поместили бы наиболее «медленных» лягушек и второй раз тоже выловили «медленных», а быстрые так и остались бы недостаточно учтёнными.

Задание 3. Миша и Леночка гуляли в саду и нашли лист растения с тончайшей паутинкой (см. рисунки). Им стало интересно, как устроена паутинка и нет ли на ней крошечного паучка. Ребята принесли лист в школу, попросили у учителя микроскоп и стали разглядывать свою находку.



«Смотри, смотри! И правда – крошечный паучок с лапками! Вон, ползёт по паутинке!» – воскликнула Леночка.

«Вряд ли это паук. Пауки должны быть хищными, а эти присасываются к растениям. Я думаю, что это – насекомое!» – возразил Миша.



«Сам ты насекомое! Паутину ведь только пауки могут делать!»

«А вот и не только! Многие гусеницы закутываются в кокон. А кокон по-твоему из чего? Из шёлковой паутины!»

«Но ведь на гусеницу нисколько не похоже! Значит – паук!»

И они заспорили дальше.

Рассудите Мишу и Леночку. Ответьте на вопросы.

1) Как называется живое существо, которое принесли из сада?

Ответ. Ребята поймали растительноядного клеща. Его официальное название – *Красный паутинный клещ*. Красный паутинный клещ питается, высасывая содержимое клеток растения. Эти клещи могут наносить существенный вред растениям. Признаки поражения – образование тонкой паутины, по которой перемещаются мелкие точки разной окраски.



2) Составьте и заполните таблицу с признаками, которые помогли бы ребятам разобраться – к какому классу относится пойманное живое существо.

Признак	Паукообразные	Насекомые	Пойманное существо
Число пар ходильных ног	Обычно 4 (у личинок может быть 3), иногда 2	У взрослых – почти всегда 3 (4 пары не бывает)	4 пары ходильных ног
Отделы тела	Разное у разных отрядов	У взрослых почти всегда три отдела – голова, грудь и брюшко (на голове ротовые органы и антенны, на груди три пары ног)	Два отдела – на переднем ротовые органы и две пары ног, на заднем – тоже две пары ног
Придатки головы	Нет усиков, две пары ротовых конечностей – хелицеры и педипальпы	Почти всегда есть усики, три пары ротовых придатков – жвалы, нижние челюсти (максиллы первые) и нижняя губа (сросшиеся вторые максиллы)	Как у паукообразных
Глаза	Нет сложных (фасеточных) глаз	У взрослых обычно есть сложные (фасеточные) глаза, иногда ещё несколько простых глазков (чаще три)	Две пары простых глаз



Членистые ходильные ноги, видоизменённые ноги, которые служат для захвата пищи, хитиновый наружный скелет, линьки при росте – всё это признаки типа членистоногие, по которым можно установить, что наш клещ относится к этому типу. По совокупности признаков, приведённых в таблице, можно также дога-

даться, что это – представитель паукообразных. Сейчас клещей (у которых очень разнообразное расчленение тела и другие признаки) относят к 3 – 4 отрядам этого класса. Наш клещ относится к отряду акариформных клещей и подотряду тромбидиформных.

Кстати, хотя среди паукообразных растительной пищей и впрямь питаются почти исключительно клещи, всё-таки есть по крайней мере один растительноядный паук. Это *Bagheera kiplingi* – паука-скакунчик из Центральной Америки. Он обитает на акациях и питается в основном тельцами Бельта – особыми питательными выростами листьев, которые акация отращивает для привлечения муравьёв-защитников.