

Решения и критерии оценивания

Задача 1

Известно, что насекомые освоили все среды обитания на нашей планете, их можно найти как на дне пруда или озера, так и в верхних слоях атмосферы. Учёные – энтомологи до сих пор не придумали одного универсального метода сбора этих животных. Попробуйте поставить себя на их место и придумать как можно больше способов учёта этих организмов, укажите рамки применения предложенных вами способов.

Решение

Существует множество способов сбора насекомых. Самые простые из них – это ручной сбор, стряхивание особей с растений и т.п. Разные варианты этих способов лова используются в разных случаях. Естественно, при ручном сборе чаще всего ловят крупных и заметных особей, а мелкие и невзрачные просматриваются. Поэтому трудно оценить реальное видовое разнообразие и, тем более, численность популяций.

Также всем хорошо известно, что для отлова насекомых часто применяют энтомологический сачок. С помощью сачка можно поймать большинство летающих насекомых, если правильно применять этот способ. Если просто гоняться за пролетающими особями, то опять-таки в первую очередь удастся отловить наиболее заметных. Поэтому чаще применяют так называемое кошение. При этом энтомолог делает несколько взмахов сачком в воздухе или над растениями, а потом рассматривает всех попавшихся насекомых. Кошение позволяет оценить относительную численность разных насекомых в конкретном месте и сравнить ее с численностью в других местах и в другое время. Для этого делают одинаковое количество взмахов сачком, а потом сравнивают результаты. Понятно, что в сачок не попадают почвенные виды, а также те, кто прочно держится на растении или, например, укрылся под корой.

Иногда для сбора насекомых используют различные всасывающие устройства. Если это так называемый эксгаустер, в котором насекомое всасывается за счет вдыхаемого воздуха, то этот метод имеет примерно те же ограничения, что и ручной сбор, поскольку насекомое надо сначала заметить. Если же используются механические устройства (например, всасывание воздуха за счет вентилятора) – то это может позволить прокачать через устройство определенный объем воздуха и оценить, сколько в этом объеме насекомых и каких. Но таким образом опять-таки ускользают закрепленные или погруженные в субстрат формы.

Несколько менее известны способы, использующие ловушки. Это могут быть так называемые ловушки пассивного отлова, например экран, о который насекомое ударяется и падает. Или различные клейкие поверхности, которые можно подвешивать или, скажем, закреплять на субстрате. Существуют также ловушки в виде ловчих ям и емкостей. Разумеется эти ловушки работают для определенных групп насекомых. В ловчие ямы попадают те, кто бежит по поверхности почвы, о барьеры ударяются активно летающие, а на клей попадают те, кто ползает или часто садится на субстрат. Если ставить ловушки на определенной площади, можно получить показатели численности для определенных видов, которые позволяют сравнивать между собой популяции этого вида в разных местах, но оценить абсолютную численность вряд ли удастся. Не получится и сравнить численность летающих и ползающих групп.

Существуют также способы отлова насекомых, при которых изымается определенный объем почвы, воды и т.п., а потом в этом объеме отбирают (например, просеивают) всех насекомых. В этом случае можно надеяться поймать и оценить количество всех, кто водится в данном объеме субстрата, хотя понятно, что насекомые из других сред в пробу не попадут. Труднее всего применять этот подход для летающих насекомых, поскольку при попытке ограничить какой-то объем воздуха насекомые могут в него не залетать или убежать при закрывании ловушки.

Бывает, что для того, чтобы поймать, насекомых обездвигивают. Это можно делать при помощи химических веществ или используя естественные ситуации, такие как заморозки. Тогда можно попытаться, к примеру, стряхнуть всех обитателей одного дерева, собрать и посчитать. Но тех, кто затаился под корой, таким способом поймать не удастся. К тому же подходящие заморозки случаются редко, а химические вещества, которые можно использовать для обездвигивания, как правило не безвредны и имеют свои ограничения применения. В некоторых случаях насекомых можно просто смывать водой – это тоже обездвигивает их на некоторое время.

Также существуют ловушки, в которые активно привлекают насекомых. Всем известно, что ночные насекомые часто летят на свет, поэтому для их сбора используют световые ловушки. Но есть и другие способы привлечения: в ловушку можно положить пищу, посадить поместить самку или химическое вещество, которое самки выделяют для привлечения партнера. Кровососущих насекомых можно приманивать на запах теплокровных животных или просто на тепло. Также некоторых насекомых привлекают определенные звуки. Во всех случаях отловить удастся определенную группу насекомых. А использование феромонов – специфических химических веществ – позволяет часто приманить насекомых какого-то одного вида. Это может быть очень полезно, если требуется оценить численность именно этого вида, а ловить другие не нужно. Правда, как во многих предыдущих случаях, оценить удастся относительную численность насекомых в разных местах, а выяснить, сколько их всего в одном месте трудно, так как нельзя быть уверенным, какая часть особей попала в нашу ловушку. Иногда помогает также не привлекать, а отпугивать насекомых из какого-то места, чтобы уходя они попадали в ловушку.

Наконец, для некоторых видов можно оценивать количество их жилищ (осиных гнезд, муравейников и т.п.) на определенной площади. При этом надо помнить, что численность насекомых в одном гнезде может сильно различаться.

В целом можно сказать, что практически невозможно придумать способ отлова и учета насекомых, который был бы универсальным и пригодным для всех видов. К тому же эффективность отлова будет сильно зависеть от внешних условий, таких как время года, погодные условия, стадия жизненного цикла и прочее.

Критерии оценивания

В работах школьников каждый придуманный ими способ отлова и учета насекомых оценивался в 1 балл, баллы прибавлялись за подробное описание конкретных методов отлова, а также за разумное обсуждение ограничений каждого метода.

Иногда школьники предлагали учитывать насекомых по косвенным признакам, например, по количеству насекомоядных птиц. Но этот способ в общем случае не может дать сколько-нибудь точных результатов, поэтому обычно баллы за него не начислялись

Задача 2

У многих животных самцы и самки начинают размножаться в разном возрасте. Причем у одних раньше в размножение вступают самцы, у других - самки. С чем это может быть связано в каждом случае? По возможности приведите примеры.

Решение

Возможны различные причины не одновременного вступления самок и самцов в размножение.

Часто такая ситуация связана с продолжительностью жизни. Если продолжительность жизни достаточно велика, тому полу, который тратит на размножение больше ресурсов, выгодно не размножаться в юном возрасте (это легко приведет к гибели), а подождать, пока организм наберется сил. Чаще это относится к самкам, поскольку их затраты как правило больше, но можно представить и случай, когда такая ситуация относится к самцам.

Если организмы живут мало, то размножаться надо как можно быстрее. Часто таким короткоживущим полом являются самцы, которые после оплодотворения погибают. При одинаковой продолжительности жизни можно ожидать вступления самок в размножение позже.

Также на возраст вступления в размножение влияет структура популяции. Если самец имеет гарем из нескольких самок, то он обычно вступает в размножение тогда, когда может конкурировать с матерыми самцами (или когда один из матерых умирает). Самки начинают размножаться раньше. Возможные примеры – ластоногие, прайд львов). В ряде случаев доминирующий самец даже подавляет функцию размножения у других самцов с помощью химических веществ. Бывает и наоборот: например у некоторых обезьян, у которых в группе главенствует самка, она подавляет размножение других самок, а самцы вступают в размножение достаточно рано.

Для территориальных видов важно, кто занимает и защищает территорию. Если это самец, то он может не размножаться, пока не займет достаточно хороший участок. В этом случае самки тоже могут раньше начать размножение. Возможна и обратная ситуация, в том случае, если за территорию отвечает самка.

Бывают виды, у которых самцы паразитируют на теле самки. В таком случае самец должен быть моложе, поскольку он обычно находит уже взрослую самку. Наиболее широко известен пример червя рода Бонеллия, у которых имеется личинка, которая некоторое время свободно плавает и, если встречает взрослую самку, то превращается в самца и паразитирует на ней. Если же до какого-то возраста самку встретить не удалось, то личинка сама превращается в самку и на ней может паразитировать более молодой самец.

Также известны случаи, когда организм в ходе своей жизни меняет пол. Бывает (это хорошо показано на рыбах), что молодые особи – все самки, а самая крупная рыба – самец, который оплодотворяет всех самок в стайке. При гибели этой крупной рыбы, новым самцом становится следующая по величине рыба – она обычно и старше других. Тогда самец – самая старая рыба в группе. Бывает и наоборот – крупная самка, которая мечет много икры и ее оплодотворяют много более молодых самцов. При ее гибели, самый крупный самец становится самкой.

Наконец, можно привести в пример и различные человеческие общества, у которых время вступления в брак мужчин и женщин может сильно различаться в связи с имущественным положением, традициями и другими факторами.

Критерии оценивания

Каждая разумная идея в ответах школьников оценивалась 2 баллами. Дополнительные баллы могли начисляться за хорошо логически выстроенный ответ и правильные примеры.

Задача 3

В экологии существует принцип конкурентного исключения, также известный как принцип Гаузе, который гласит, что каждый вид имеет свою собственную экологическую нишу. Однако, все виды живых организмов, относящихся к планктону, живут на очень ограниченном пространстве и потребляют ресурсы одного рода (главным образом солнечную энергию и морские минеральные соединения). Какие объяснения вы могли бы предложить для этого явления?

Решение

Есть несколько возможных объяснений этого явления, которое обычно называют «Планктонным парадоксом».

Во-первых, это ситуация, когда в системе существуют колебания численности различных видов во времени. В один момент времени массово размножаются одни виды, потом они уходят, например, в покоящуюся стадию, а на их место приходят другие виды. Потом ситуация снова меняется.

Также не исключено, что сама водная среда постоянно изменяется, поэтому в каждый момент времени, даже без каких-то особых жизненных циклов, размножаются те организмы, которым эти условия лучше всего подходят. Потом условия меняются – меняются и доминантные виды сообщества. Но ситуация никогда не приходит в равновесие.

Во-вторых, это пространственная неоднородность. В большом водоеме может существовать определенная мозаичность – в одном месте условия одни, в другом – другие. То есть имеются разные экологические ниши, которые просто не так легко заметить.

В-третьих, возможно, что на самом деле планктонным организмам, живущим в одном месте, нужно не совсем одно и то же. Одни потребляют много каких-то одних минералов, другие – других, поэтому они «распределяют ресурсы» между собой. Каждая водоросль «выдает» вокруг себя то, что ей нужно, но оставляет другие вещества.

Возможно также, что одни планктонные организмы способны использовать продукты жизнедеятельности других. Таким образом создается своеобразный симбиоз или комменсализм.

Можно также представить себе, что постепенно произойдет конкурентное исключение и часть планктонных видов вымрет, но этот процесс происходит медленно и не дошел до конца

Наконец, есть модель, в которой одни виды выделяют токсины (или какие-то другие факторы, отрицательно влияющие на других). А из тех, кто этими токсинами поражается, одни могут активно защищаться – но тратят на это много энергии, поэтому не могут быстро размножаться, а другие защищаются плохо, зато очень быстро размножаются, если концентрация токсина невелика. При этом создается динамическое равновесие, где то одни, то другие виды преобладают.

Критерии оценивания

За каждую правильно сформулированную идею начислялось по 2 балла. Баллы добавлялись за логичный развернутый ответ.

Задача 4

Все знают, что клетка является «структурно-функциональной единицей живого». Проанализируйте, какие основные процессы жизнедеятельности протекают сходно в эукариотических одноклеточных организмах и в клетках многоклеточных эукариот, а в какие отличают эти клетки?

Решение

У клеток одноклеточных и многоклеточных эукариот довольно много общих черт:

Во всех эукариотических клетках сходны основные механизмы репликации и репарации ДНК, синтеза РНК и белков. Принципиально одинакова организация генома.

Также сходны основные пути метаболизма – гликолиз, цикл Кребса, дыхание, фотосинтез и т.д.

Одинаково принципиальное строение клетки и основных ее органелл: плазматической мембраны, ядра, рибосом, эндоплазматической сети, аппарата Гольджи, митохондрий, пластид, цитоскелета и его производных (жгутиков, ресничек и др.)

Присутствуют структуры, построенные из различных вариантов внеклеточного вещества – клеточная стенка, гликокаликс и др.

В большинстве эукариотических клеток сходно протекают процессы деления – митоз, мейоз, а также основные процессы поглощения – эндоцитоза (фагоцитоз, пиноцитоз) и выделения – экзоцитоза различных веществ.

Клетки одноклеточных и многоклеточных эукариот способны воспринимать свет и химические сигналы.

У клеток одноклеточных и многоклеточных организмов есть и довольно много различий.

Так в организме многоклеточных:

- клетки, обладающие одинаковым геномом, способны дифференцироваться и становиться не похожими друг на друга
- хорошо развита система коммуникации между клетками - много секретируемых гормонов, ростовых факторов и компонентов внеклеточного матрикса
- на порядок больше различных вариантов межклеточных контактов
- значительно больше так называемых молекул адгезии, регулирующих поведение клеток внутри многоклеточного организма. Появляются тканеспецифичные молекулы адгезии, характерные для клеток одной ткани, и «личные» молекулы адгезии, маркирующие конкретную клетку
- клетки часто синтезируют вещества, которые не нужны самой клетке, но нужны организму (ферменты, гормоны, молекулы внеклеточного матрикса и др.)
- клетки способны отдавать другим клеткам организма вещества, в принципе нужные самой клетке (глюкозу, витамины, ионы)
- большинство клеток способны к ограниченному числу делений
- существуют дифференцировки, приводящие к смерти или неспособности жить без сопровождающих клеток (клетки кожи, клетки ксилемы, лимфоциты, нервные клетки).
- в организме имеются клетки особого рода (меристемы, стволовые клетки), которые способны к неограниченному делению и приспособлены к восполнению погибших дифференцированных клеток.
- имеется развитая система клеточного самоубийства (апоптоз) в случае угрозы всему организму от конкретных клеток или на некоторых этапах развития.

Для одноклеточных эукариот характерны:

- способность «жить вечно», т. е. неограниченно делиться
- способность в неблагоприятных условиях образовывать цисты или другие покоящиеся формы

Кроме того в клетках одноклеточных могут быть разные ядра - для размножения и для жизнедеятельности (ядерный дуализм)

- встречается закрытый (то есть протекающий без разрушения ядерной оболочки) митоз и мейоз

- могут развиваться специфические органеллы клетки, например у пресноводных - сократительные вакуоли.

Критерии оценивания

За каждый правильный пункт ответа школьникам начислялся 1 балл.

Задача 5

Недавно ученые провели следующий эксперимент: в лабораторных условиях жили два вида тлей, питающихся на одном и том же растении, а также два вида наездников, паразитирующих каждый на своем виде тлей (но не на другом). Когда система пришла в равновесие, ученые убрали из эксперимента один из видов наездников. Это привело к вымиранию второго вида наездников. Как вы думаете, с чем это может быть связано? Какие еще варианты развития событий Вы могли бы ожидать?

Решение

Варианты объяснения полученного феномена:

1) Наиболее вероятно, что лишенный пресса паразитов вид размножился, потеснил другой - и последний не смог "прокормить" своих паразитов. Соответственно, их численность снизилась.

2) Если паразитарная нагрузка очень велика, то вид, оставшийся с наездниками, может первым вымереть сам (а с ним и наездники) - если скорость реакции популяции наездников окажется медленнее, чем у тлей.

Варианты другого развития событий:

3) Другой вид наездников сможет освоить новую для себя жертву - для этого паразитарная нагрузка, наоборот, должна быть недостаточно большой, чтобы не сильно влиять на конкуренцию между тлями. После появления новой расы наездников система вновь сможет стабилизироваться. Ранее наездники не могли переходить на другой вид тлей из-за конкуренции с другим видом.

4) Иммунная система тлей может в какой-то степени бороться с наездниками. Естественно, здоровые и сильные тли защищены лучше. Поэтому возможна "выбраковка" слабых особей, которые в основном и поражаются наездниками. Если этой выбраковки нет, в популяции могут распространиться заболевания, что приводит к сокращению численности тлей, оставшихся без наездников. Если виды близкие, эпидемия может перекинуться и на второй вид.

5) Учитывая, что тли часто размножаются партеногенезом, исключение "пресса хищников" может привести к тому, что освобожденный вид снизит численность. Хотя этот вариант - наименее вероятный.

Критерии оценивания

За каждый правильный ответ школьникам начисляли по 2 балла. Дополнительные баллы начислялись в том случае, если хорошо раскрыта логика процесса.