

Сергей Николаевич Ловягин

Метапредметные результаты в курсе биологии

Обучающая игра "Оматакалинггар"

Развитие исследовательских компетенций школьников с использованием игры Оматакалинггар

Миссия 3

Материалы к мастер-классу на Второй международной научно-практической он-лайн конференции "Новая школа: мой маршрут"

6-31 октября 2014 года

Развитие исследовательских компетенций в области естественных наук, технологии и математики является важным компонентом школьного образования. Знакомство с вошедшими в учебники обобщениями наблюдений ученых, сформулированными как законы и правила имеет мало общего с пониманием приемов постановки вопросов, формулирования гипотез, планирования экспериментов и наблюдений и истолкования их результатов. Чтобы овладеть компетенциями научно-исследовательской деятельности необходимо не раз и не два самостоятельно провести полный цикл исследовательской работы от знакомства с литературой до анализа и представления результатов. Но времени на это нет. В урочные часы можно успеть провести несколько лабораторных работ по готовой методике и с заранее ожидаемыми результатами, в ходе которых дети успевают ознакомиться с работой измерительных приборов и обработать их результаты.

Нам представляется, что эффективность овладения исследовательскими компетенциями можно увеличить, если предложить детям подборки заданий, предназначенных для знакомства с разными стадиями научного исследования. Каждое задание должно в наглядной и доступной форме знакомить ученика с трудностями, возникающими в работе исследователя. Каждое задание может касаться лишь какой-то одной стадии исследования. Задания должны основываться на документальном материале: словесных описаниях явлений, таблицах, графиках, фотографиях, протоколах проведенных другими людьми исследований. Только выполнив серию таких тренировочных заданий, ученик приступает к самостоятельному исследованию — проведенная подготовка делает его работу более осмысленной и приближенной к "кухне" настоящего ученого: он уже умеет самостоятельно находить поводы для вопросов, воспринимать научный текст и собственный опыт как основание для гипотезы, не впадает в панику, столкнувшись с существованием ошибок измерительных приборов и обнаружив переходные формы между известными ему типичными.

В качестве примера подборки таких заданий мы предлагаем третью миссию игры Оматакалинггар, которая, опираясь на жизненный опыт учеников, здравый смысл и ботанический материал, позволяют приобрести опыт, применимый в исследованиях других естественных наук.

ОМАТАКАЛИНГАР

П Е Р В Ы Е В Р А Т А

1 Различить
безымянное

2 Послание в
вечность

3 Обмен
сведениями

4 Адресная
доставка

5 Особые
места

6 Прошлое в
настоящем

Как играть

Лицензионное
соглашение



Ключ третий

Один ум хорошо, а два лучше

Мир постоянно изменяется, и каждое живое существо или переселяется туда, где ничего не изменилось, или приспосабливается к новым условиям.

Как приспособиться к новым условиям?

Можно ли воспользоваться чужими находками?

А как один живой организм может передать другому новые способы приспособиться к изменившемуся миру?

Как упаковать информацию для пересылки?

В этой миссии вам предстоит расследовать пути переноса информации от растения к растению.

Миссия 3 Обмен сведениями

На экране оглавления мы видим формулировку предметной (биологической) и метапредметной задач.

Предметная задача относится к выяснению того, может ли одно живое существо передать другому способность выживать в каких-то условиях. Более общая формулировка — может ли одно живое существо передать другому какую-то способность.

В свете пройденной второй миссии задачу можно переформулировать — возможна ли передача ДНК другому организму.

Передача информации потомкам будет обсуждаться на примере двойного оплодотворения цветковых растений в той форме, в какой эта тема обычно преподается в школе.

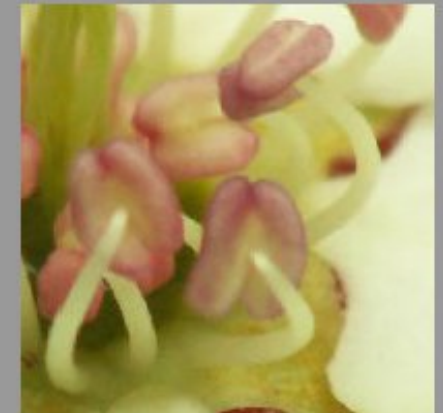
Метапредметная задача — найти способ упаковывать информацию для пересылки. Рассматривается способ защиты клеток в пыльцевом зерне и зародышевом мешке.

На первом экране миссии ученики опять видят два вопроса, как будто не имеющих отношения к формулировке задач миссии с экрана оглавления. Предметный (биологический) вопрос, как мы можем узнать, что происходит внутри цветка в ходе его превращения в плод, а метапредметная версия этого вопроса звучит "Как люди узнают о скрытых событиях".

При обсуждении в классе дети могут вспомнить об известных им медицинских методах рентгенографии, флюорографии, магнитно-резонансной томографии, ультразвукового исследования. Можно рассказать им, что похожие методы исследуются в промышленности для поиска повреждений в механизмах, деталях и строительных сооружениях.

Геологи с помощью сейсморазведки (оценки скорости распространения звука в горных породах с помощью взрыва в одном месте и регистрации колебаний земли в отдаленных местах) узнают о различиях плотности разных слоев земной коры.

Дети могут догадаться, что узнать, что происходит за какой-то непрозрачной преградой можно по звуку, изменению температуры преграды. Можно спросить, можно ли использовать какие-то другие чувства для оценки процессов за непрозрачной преградой. Дети могут вспомнить о разделении чувств на контактные и дистантные, придумать, о каких скрытых событиях можно судить по запаху, ощущая вибрацию преграды, простукивая преграду.



Пыльца созрела, пыльник треснул,
пыльцевые зерна высыпались...
Что дальше?

Можно ли, наблюдая за пыльцой, догадаться,
для чего она нужна?

Щёлкните по маленькому снимку того же пыльника,
что и на большой фотографии.

Экран 001 01 относится к первому этапу исследования — обнаружению вопроса. Есть наблюдаемый факт — из пыльников высыпается пыльца. Какие можно сформулировать вопросы?

Самый простой способ — начать с перечисления вопросительных слов: где, когда, какое, чем сопровождается, чему препятствуют, за чем следует, чему предшествует, откуда, зачем, почему, что, куда, доколе. Как можно приложить эти слова к наблюдаемому факту?

Например, где находится пыльца, откуда она там взялась, когда она появляется на пыльниках, зачем она нужна, почему она выделяется в такое-то время, (в таких-то количествах, слипается или рассыпается и т.д.), что такое пыльца, куда она денется потом.

Можно попросить детей на основании повседневного опыта и общих соображений ответить на эти вопросы и предложить свои.

Задание на наблюдательность, решается мигом.

Можно попросить вспомнить обсуждавшиеся в первой миссии названия частей тычинки.



Вы правы.
Это цветок кипрея.

Рассудите, куда может попасть пыльца,
выпавшая из пыльника.



Экран 001 01a

Экран подтверждения правильного ответа. Детям предлагается предположить, куда может деться пыльца из пыльника.

Хорошо заострить их внимание на разные варианты возможной судьбы пыльцы: может остаться на пыльниках, может быть сметена с пыльника внешними силами. Какие это могут быть силы? Ветер, сила тяжести, действие насекомого.

Куда может деться пыльца — свалиться внутрь цветка, быть вынесенной наружу и упасть неподалеку, быть вынесенной наружу и упасть далеко.

Это выдвижение гипотезы — они основаны на собственном опыте детей: мелкие частички могут прилипнуть к поверхности, падать или уноситься ветром.

Предложение гипотезы — этап научного исследования. Гипотеза подлежит проверке.

Экран 001 02

Повторяется вопрос, что может произойти с пыльцой в цветке пикульника. Ответом могут стать те же гипотезы, что обсуждались в связи с предыдущим экраном, но на этом экране есть подсказка — на рыльце цветка различим комочек пыльцы.

Поводом для каких вопросов может стать это наблюдение?

В ходе исследования каждая новая информация помогает уточнить гипотезу, или подтвердить её, или опровергнуть, или оказаться доводом в пользу гипотезы или против гипотезы.



Обратите внимание, на что указывает стрелка.

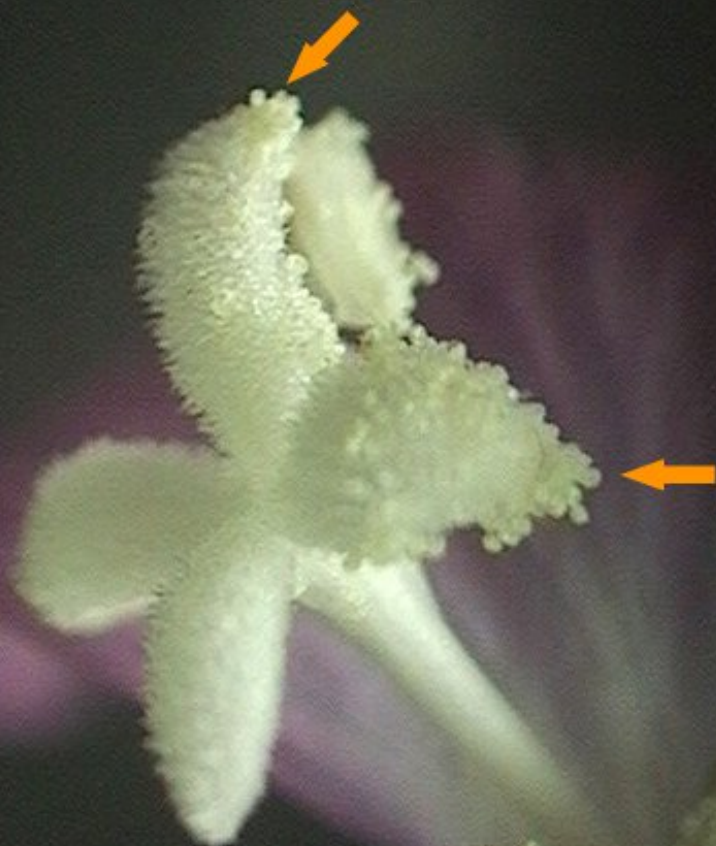
Прилипание пыльцы к рыльцу это досадная случайность?

Или растению того и надо?



Экран 001 02a

Весьма вольно формулируется вопрос, который, скорее всего, уже подсказали дети, рассматривая предыдущий экран.
Прилипание пыльцы к рыльцу пестика — случайность или важный этап развития цветка?



Что делает пыльца на рыльце?

Щёлкните по утверждению, которое кажется вам верным.



Рыльце предназначено для улавливания пыльцы.



Рыльце не предназначено для улавливания пыльцы.

Детям предлагается оценить правдоподобность утверждения. Исследователь на ранних этапах исследования работает не только с достоверными фактами, но и с правдоподобными утверждениями. Но всякий раз перечисляет доводы в пользу утверждения.

Что на снимке на этом экране может оказаться доводом в пользу того, что рыльце предназначено для улавливания пыльцы? Ворсинки на поверхности рыльца способствуют удержанию пыльцы, такое утверждение может сделать ребенок, опираясь на повседневный опыт (что легче очистить от пыли, ковер или линолеум, мех или пленку?).

Возникает, однако, противоречие с информацией с предыдущего экрана и снимками первой миссии — рыльца цветков не всегда покрыты ворсинками.



02c

Сообразите, какие особенности рыльца на снимке способствуют улавливанию пыльцы.



Прямо задается вопрос (который при работе в классе, вероятно, уже задали, но при одиночной игре ученик получает его как подтверждение своих догадок) — какие особенности рыльца способствуют улавливанию пыльцы.

Это задание на усмотрение связи структуры и функции части живого организма. Чтобы вывести вопрос на метапредметный уровень, нужно спросить, как люди могут использовать способность ворсистых поверхностей удерживать частицы, когда такая способность ворсистых поверхностей создает людям неудобства.

Можно вспомнить о Золотом Руне древнегреческих мифов — закрепленная на дне ручья овечья шкура задерживала частички золота, а более легкие песчинки смывались водой. Ворсистая поверхность концентрировала золотинки.

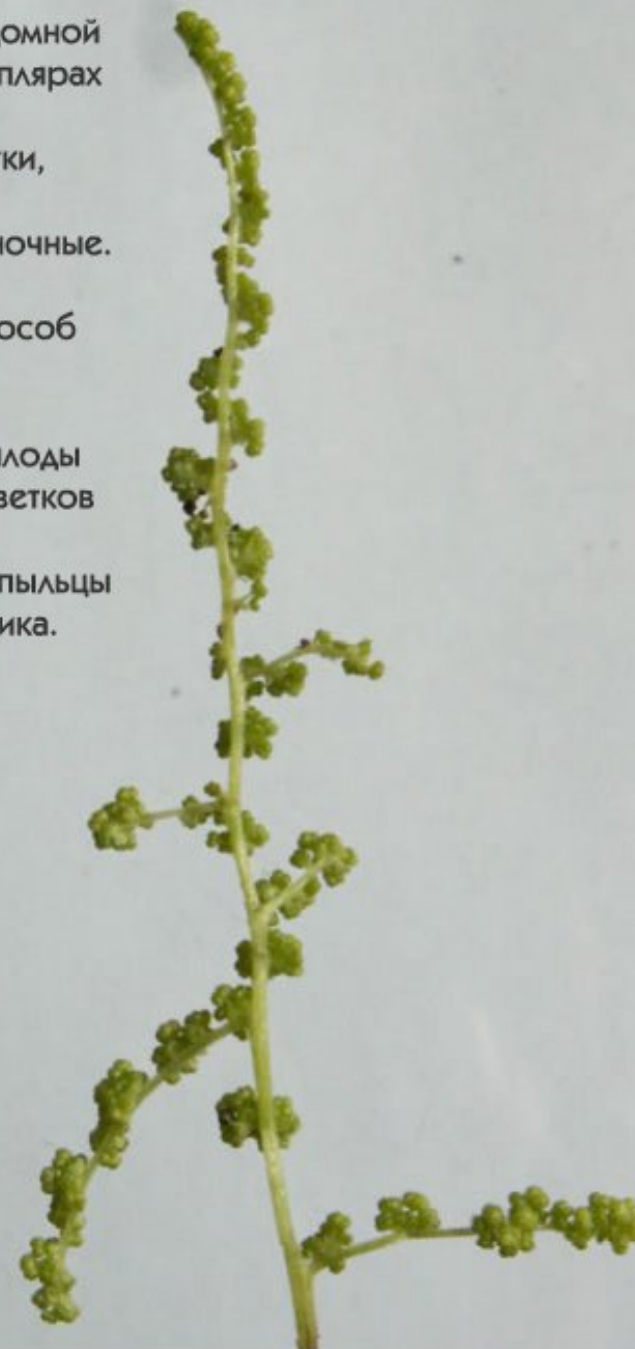
Можно вспомнить о работе пылесоса как средстве очистки ворсистых поверхностей от сора.

Дети вряд ли знают о суконных лентах конвейера, служащих для разделения смеси семян (на наклонной движущейся суконной ленте семена одних видов растений скатываются быстрее семян других видов растений).



У крапивы двудомной
на одних экземплярах
есть только
пестичные цветки,
а на других
— только тычиночные.

Придумайте способ
выяснить,
могут ли
образоваться плоды
из пестичных цветков
крапивы
без попадания пыльцы
на рыльце пестика.



Задача на планирование эксперимента для проверки гипотезы. Нужно попросить детей сформулировать по-разному гипотезу, которая подлежит проверке и попросить сравнить формулировки.

Например,

1. Гипотеза 1 Из пестичных цветков крапивы могут образоваться плоды без попадания пыльцы.
2. Гипотеза 2. Из пестичных цветков крапивы не могут образоваться плоды без попадания пыльцы.
3. Гипотеза 3. Попадание пыльцы на пестичные цветки крапивы ведет к образованию плодов.
4. Гипотеза 4 Попадание пыльцы на пестичные цветки крапивы может привести к образованию плодов.

Сравнение этих гипотез в ходе общего обсуждения помогает достичь метапредметных результатов:

6) умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

8) смысловое чтение;

9) умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение.

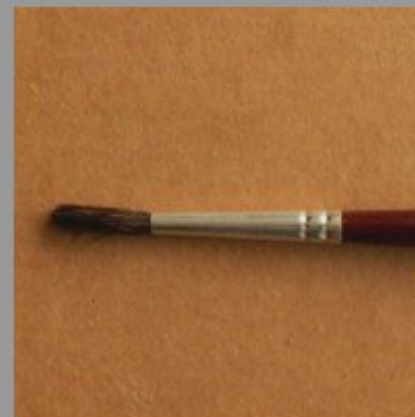
Какие факты могли бы подтвердить каждую из гипотез?

Это обсуждение важно потому, что эксперимент или наблюдение должны быть спланированы таким образом, чтобы их результат мог подтвердить или опровергнуть гипотезу.

План эксперимента и указание на то, какой исход эксперимента подтвердит гипотезу и будет ответом на этот вопрос.



001 03a



Придумайте способ выяснить, могут ли образоваться плоды из пестичных цветков крапивы без попадания пыльцы на рыльце пестика.

Выберите предмет, каким можно обойтись для постановки этого опыта на участке, заросшем крапивой.

Экран 001 03а.

При индивидуальной работе ученика, когда он не обсуждает каждый экран с одноклассниками и учителем, он может получить подтверждение своим идеям на экране — подсказке, где ему предлагается выбрать предмет, достаточный для постановки эксперимента.

Мы не можем вообразить всех правильных идей которые могут прийти в голову ученику, сами же мы предполагали, что именно пакетик может защитить женские цветки от попадания пыльцы (ножницами можно срезать цветки — непонятно зачем, кисточкой можно было бы перенести пыльцу — но в исследовании нам необходимо не допустить попадания пыльцы на пестики, клеем, вероятно, можно было бы намазать цветки, но клей, скорее всего, убьёт их)



001 03b

У крапивы двудомной на одних экземплярах
есть только пестичные цветки,
а на других — только тычиночные.

Вы решили предохранить пестичные цветки
от попадания пыльцы?

Скажите, когда нужно надеть пакет на растение?



до распускания цветков?



или после?

Экран 001 03b.

На всякий случай напоминаем детям, что у двудомных растений цветки разного пола развиваются на разных особях. Уточняем, какой именно эксперимент собираются поставить дети.

На этом этапе мы, увы, уже направляем ход их мысли — поработать с открытым вопросом они могли на позапрошлом экране, а теперь мы фактически учим их готовым сведениям.

Единственная сложность, которую мы можем создать — уточнить, когда нужно изолировать женские цветки.

6) умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;



Если вы скроете цветки уже после распускания — сможете ли вы утверждать, что на рыльца не попала пыльца?

Вдруг её ветром принесёт?



Экран 001 03с.

Пояснение к вопросу предыдущего экрана. Фактически ответ на вопрос, данный в форме вопроса с очевидным ответом.



На снимке цветок груши.
Изобретите способ выяснить,
могут ли образоваться плоды из цветка
без попадания пыльцы на рыльце.



Экран 001 04

Задача по планированию эксперимента на этот раз для обоеполого цветка.

Можно спросить детей, чем эта задача отличается от предыдущей. Если они заметят, что цветки груши обоеполые и вспомнят, что у крапивы цветки однополые — это уже хороший результат.

Новый эксперимент им уже будет проще спланировать, просто видоизменив предыдущий.



На снимке цветок груши.
Изобретите способ выяснить,
могут ли образоваться плоды из цветка без попадания
пыльцы на рыльце.



Выберите пару предметов,
достаточных для постановки
задуманного вами опыта.

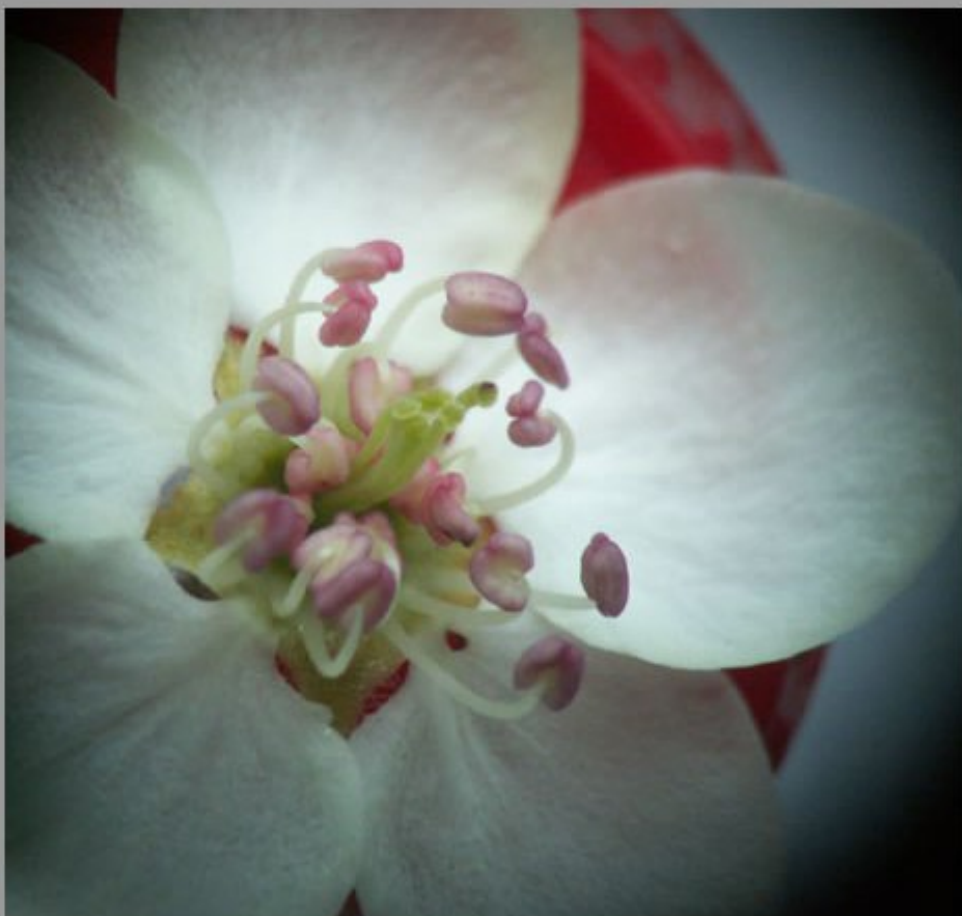
Экран 001 04a

На этом экране белыми буквами воспроизводится формулировка задачи. В качестве подсказки (или проверки правильности их плана в случае самостоятельного прохождения игры) предложены пары предметов.

Ножницами можно удалить пыльники, а пакетиком защитить пестик от попадания пыльцы с других цветков. Хотя, вероятно, можно было бы и кисточкой намазать пыльники клеем.

В крошечный флакон цветок груши не поместится.

6) умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации, устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;



Вы решили отрезать пыльники, а цветок укрыть в пакете?

Посмотрите на фотографию цветка и сообразите, почему пыльники можно удалять после распускания цветка, а не стремиться удалить их до распускания цветка.



001 04b

На проверочных экранах ответ о плане эксперимента дается почти прямо.

Дети должны оказаться наблюдательными и заметить, что, хотя цветок уже распустился, пыльники закрыты.



На фотоснимке видно, что в уже распустившемся цветке пыльники ещё закрыты.



Экран 001 04с

Ответ на вопрос с предыдущего экрана. Предметное знание.



Изобретите способ выяснить,
всегда ли,
когда пыльца попадает на рыльце пестика,
цветок превращается в плод.



Экран 001 05

Предлагается придумать план наблюдения или эксперимента.

Обязательно нужно перечислить возможные исходы наблюдения и сказать, что будет означать каждый из вариантов, если сбудется именно он.



Изобретите способ выяснить,
всегда ли,
когда пыльца попадает на рыльце пестика,
цветок превращается в плод.

Чтобы решить эту задачу, надо :

- 1) Пометить какие-то цветки (и побольше);
- 2) Удостовериться, что на рыльца пестиков этих цветков попала пыльца иван-чая (или нанести её самостоятельно);
- 3) Дождаться плодоношения и посчитать, сколько отмеченных и опылённых цветков превратились в плоды.



Экран 001 05b

Предлагается вариант решения задачи (вариант эксперимента).

При обсуждении в классе можно спросить, зачем нужно каждое из трех действий и к чему приведет невыполнение каждого из них.



Изобретите способ выяснить, всегда ли, когда пыльца попадает на рыльце пестика, цветок превращается в плод.

Описание опыта

- 1) Пометили сто цветков.
- 2) Нанесли пыльцу кисточкой на рыльца в этих цветках.
- 3) Посчитали, сколько отмеченных цветков превратились в плоды.

Вообразите, что в результате эксперимента все цветки, в которые попала пыльца, превратились в плоды.

Какой вывод можно сделать на основании только этих результатов?



Для превращения цветка в плод необходимо опыление.



Опылённый цветок иван-чая часто превращается в плод.

Экран 001 05с.

Здесь предлагается упражнение на истолкование результатов эксперимента.

Дети должны усвоить, что наблюдение или измерение — не более, чем этап исследования.

Истолкование результатов наблюдения или измерения — совершенно необходимый следующий этап.

Предлагается выбрать из двух выводов тот, который может следовать из полученных результатов.

В зависимости от выбора ответа (как и во многих других задачах) ученик оказывается на экране оценки ответа.

Детям нужно сформулировать, чем различается смысл двух утверждений, исключают ли они друг друга, следует ли одно из другого (например, следует ли из истинности второго утверждения правильность первого).

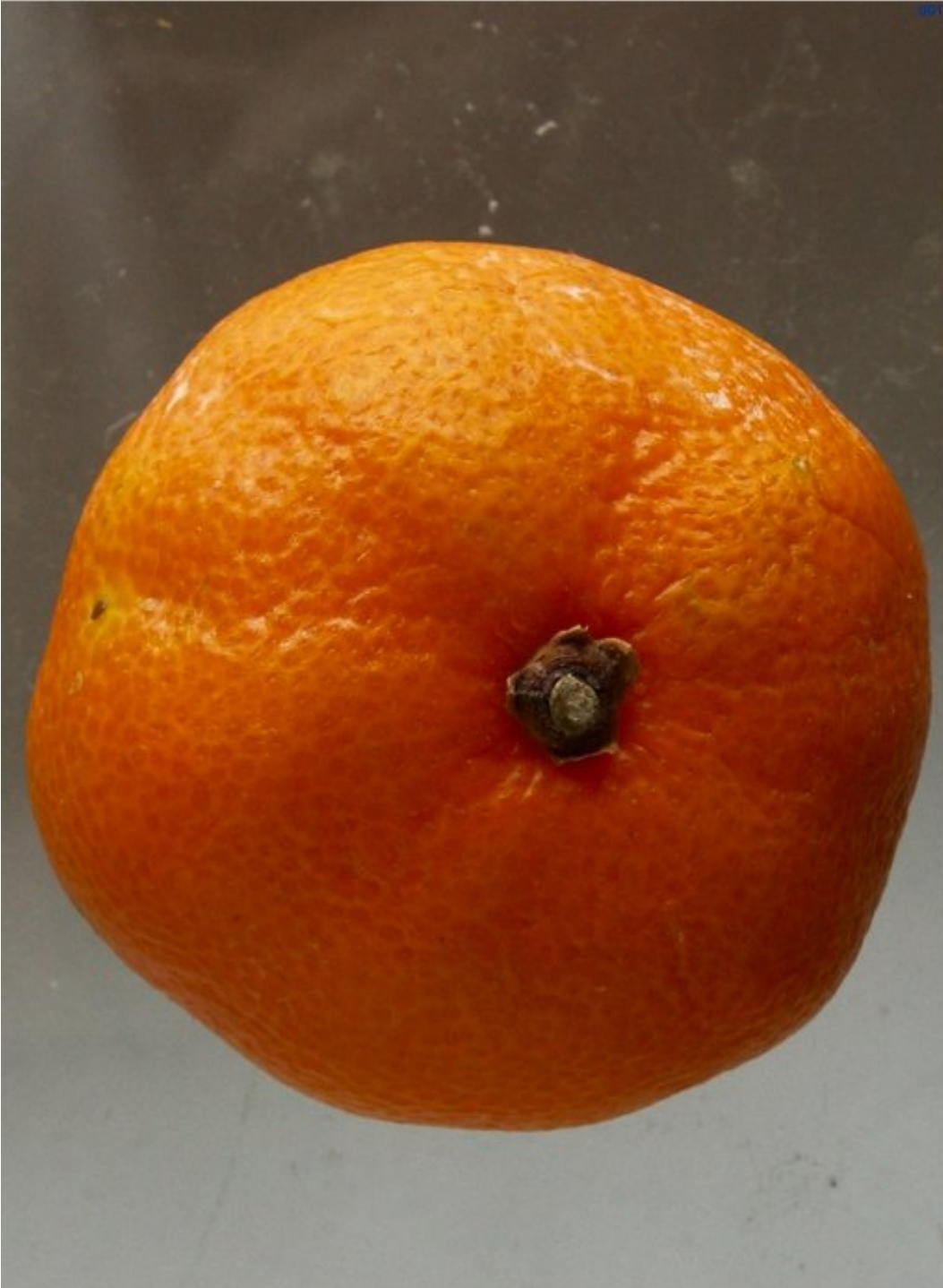


Подумайте, если на рыльце пестика попадает пыльца и плод образуется из этого цветка, доказывает ли это то, что пыльца необходима для образования плода?



Экран 001 05d

Заостряется внимание на логике, объяснении связи событий.



Подумайте, если на рыльце пестика попадает пыльца и плод образуется из этого цветка, доказывает ли это то, что пыльца необходима для образования плода?

Известно, что все люди, евшие мандарины в XVIII веке, умерли. Доказывает ли это, что употребление в пищу мандаринов приводит к смерти?



Не доказывает



Доказывает

Экран 001 06.

На забавном примере ложного истолкования сочетания явлений демонстрируется, что если даже всегда одно событие сопровождается другим, это не означает что одно является причиной другого.

Подумайте, если на рыльце пестика попадает пыльца и плод образуется из этого цветка, доказывает ли это то, что пыльца необходима для образования плода?

Между тем, существуют растения, цветки которых могут превращаться в плоды и без участия пыльцы. Например, манжетка.

Как выяснить, какую роль в образовании плода играет пыльца?



Экран 001 06а.

Информационный экран. Иногда приходится ссылаться на какие-то факты, тратить время на выяснение которых в игре просто нет возможности.

Утверждение о том, что возможно образование плодов без попадания пыльцы на пестики нарушает начинающие складываться у ученика представления о связи опыления с образованием плодов.

Это эффективный способ создания интриги урока — ученик находит метод решения задачи, потом решает несколько задач этим методом и вдруг ему предъявляют задачу, для которой этот уже испытанный метод непригоден.



Можно ли проследить за тем,
что происходит с пыльцевым зерном на рыльце пестика?
Можно ли проследить за тем,
как цветок превращается в плод?
Ведь заглянуть внутрь можно только разрезав цветок.
А после того, как его разрезали,
цветок точно не превратится в плод...

Экран 001 07

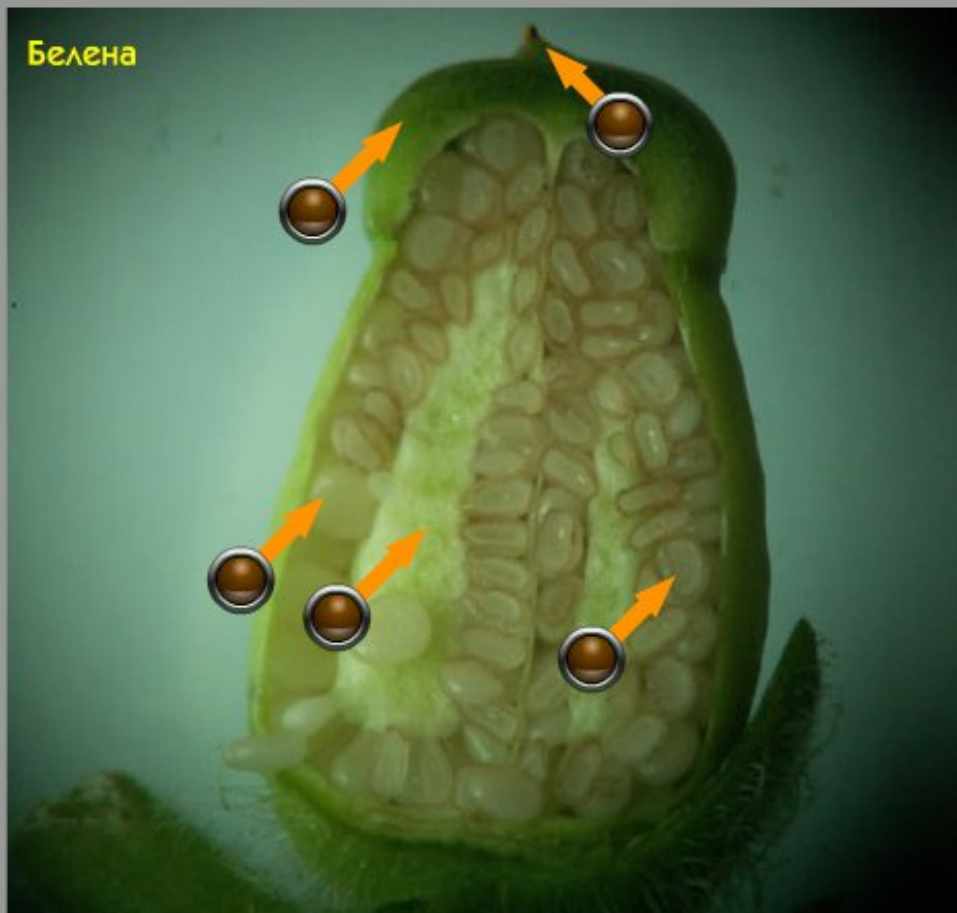
Возвращаемся к интриге первого экрана миссии — есть ли способ выяснить, что происходит внутри цветка?

Нам нужно выяснить, попадание пыльцы на пестик — необходимое условие образования плода или просто одновременное событие.

Чтобы выяснить зависимость одних событий от других, необходимо изучить механизм, лежащий в основе образования плода.

Понимание важности знания механизма явления — элемент исследовательской компетентности ученика.

Белена



Пыльца попала на рыльце.
 Что происходит дальше?
 Чтобы разобраться в этом,
 нужно изучить внутреннее строение пестика.



Незрелый плод



Плод белены содержит много семян.
 Посмотрите на срез созревающего плода белены.
 Щёлкните по кнопке стрелки, указывающей на часть,
 из которой,
 по вашему мнению,
 могут образоваться семена.

Дети сразу скажут, что многочисленные округлые тела, видные на срезе завязи белены являются незрелыми семенами, именно им суждено превратиться в зрелые семена. В этом (и других сравнимых по степени очевидности) случае можно обратить внимание детей на то, что при решении подобных задач они неосознанно делают какие-то допущения.

Можно обсудить, какие допущения необходимо принять, чтобы объяснять свои решения. Например, по умолчанию, допускается, что все задачи относятся к условиям земли, с действующей силой тяготения, в воздушной среде, при случающихся перемещениях воздуха, при возможности испарения воды и т.д.

Приучить детей к поиску и называнию само собой разумеющихся допущений очень важно для формирования у них теоретического мышления. Перебрав принятые допущения, дети могут пофантазировать, что бы изменилось, если бы какое-то из допущений не было соблюдено.

На данном экране среди прочих допущений мы предполагаем сохранение непрерывности тела во времени, иными словами утром в горшке мы видим тот же цветок, что и был вчера, а не заменивший его чудесным образом внешне такой-же, но другой.

То, что представляется очевидным — округлые тельца внутри завязи будут находиться на том же месте в ходе превращения в семена — полезно отметить как правдоподобное допущение, чтобы не попасть в ловушку при решении других задач, сделав неверные допущения.



Созревающий плод белены набит незрелыми семенами.

Щёлкните по красной стрелке,
указывающей на часть,
которая превратится в кожуру семени.

Экран 002 01a.

Дети мгновенно решают и эту задачу — понятно, что наружный слой незрелого семени останется наружным у зрелого. Но, прежде чем щёлкать по стрелке, разумно обсудить, почему принято это решение.

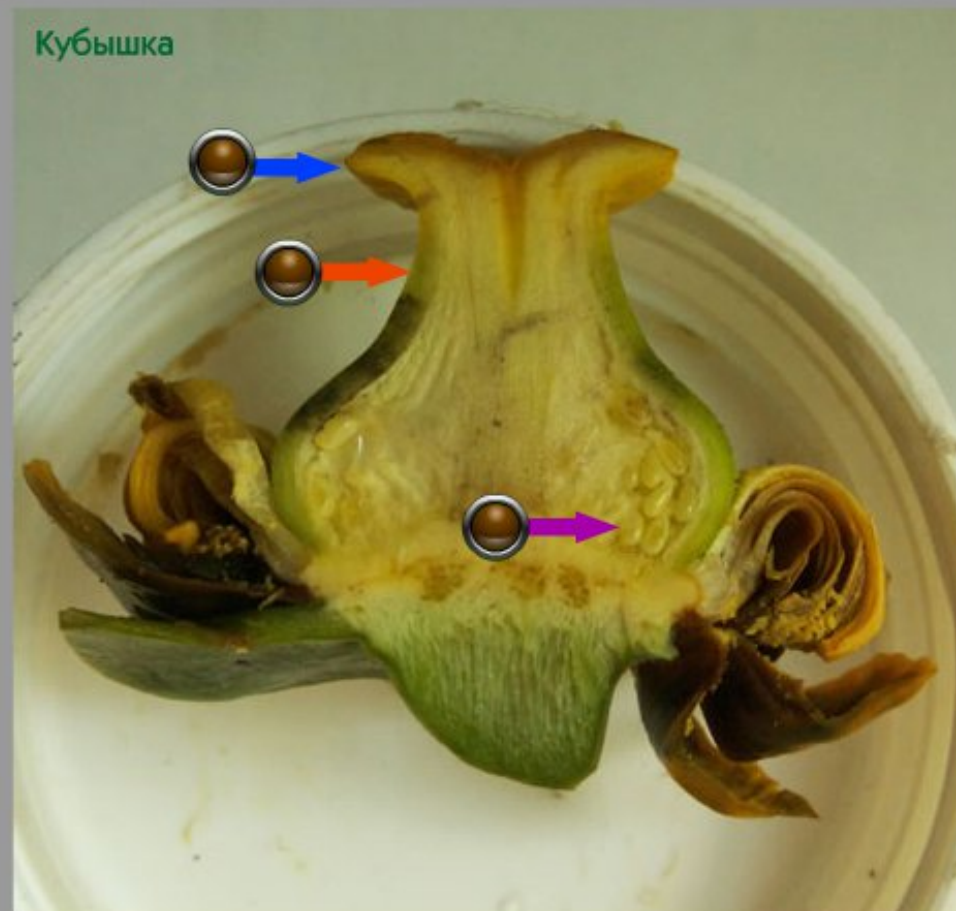
Может ли оказаться, что наружный слой незрелого семени — вспомогательная оболочка, которая исчезнет при созревании семян, а в кожуру превратится слой мякоти под этой оболочкой.

Метапредметное содержание — знакомство с требованиями к научному мышлению.

Кубышка



Кубышка



Посмотрите на срез пестика кубышки.
Щёлкните по кнопке стрелки,
указывающей на те части пестика,
из которых, по вашему мнению,
могут образоваться семена.

Дети сразу находят ответ, но нужно их спросить, почему они думают, что именно из этих округлых телец образуются семена. Доводом детей может быть ссылка на повседневный опыт — семена знакомых им растений обычно мелкие и округлые.

Срез выглядит иначе, чем цветок — у разрезанного цветка тычинки и лепестки, свернутые прочь от центра, потемневшие. Предметное содержание — сопоставление целого объекта (цветка) и его среза, сопоставление частей свежего и увядшего цветков.

Дополнительный вопрос: какое утверждение содержится в задаче. (Ответ — то, из чего образуются семена, является частями пестика).



Действительно, в завязи цветка ещё до опыления есть зачатки в виде округлых комочков, которые могут превратиться в семена.

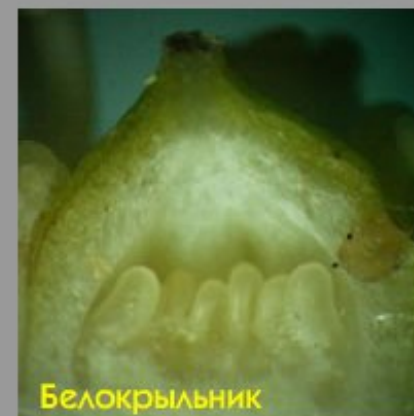
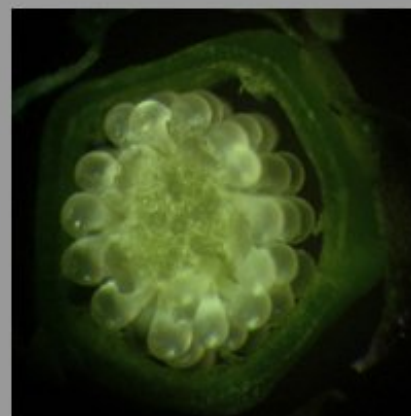
Их так и называют — семязачатками.



По снимку невозможно точно решить, являются ли эти семязачатки оплодотворенными. Вдобавок, мне не приходилось в ботанической литературе встречать противопоставление оплодотворенного семязачатка неоплодотворенному (то есть прямое указание на момент, когда семязачаток превращается в незрелое семя). Поэтому называть видимые на снимке тельца можно семязачатками, не греша против корректности



02



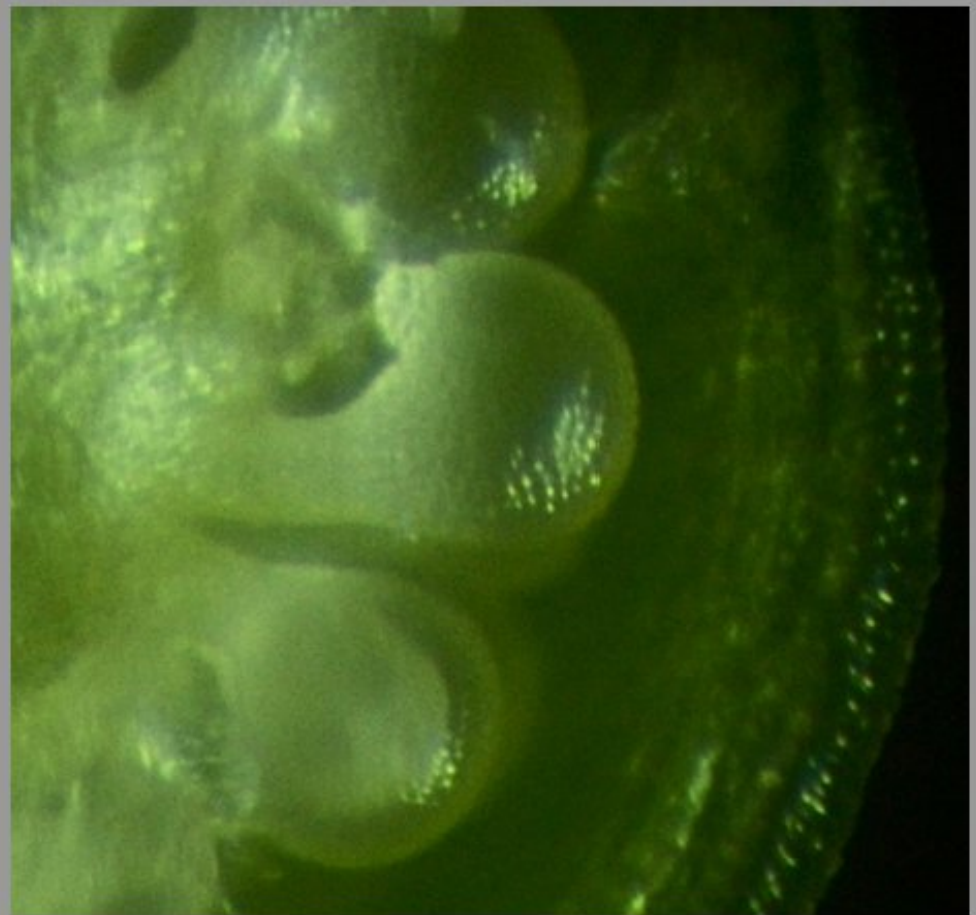
В завязи находятся семязачатки,
у одних видов растений один в пестике,
у других — несколько или много.
Семязачатки могут превратиться в семена.
Один семязачаток — в одно семя.

Сообразите, что на снимках — семязачатки.

Щёлкните по семязачатку груши.

Предметное содержание — знакомство с многообразием семязачатков, сведения о предполагаемой судьбе семязачатков (превращаются в семена), умение узнать семязачатки внутри завязи, углубление полученных в первой миссии знаний о форме пестиков (можно спросить, сообразили ли дети теперь, чем столбик отличается от завязи и как знание внутреннего строения помогает найти границу между столбиком и завязью).

Метапредметное содержание — усмотрение общего в форме отдаленно сходных объектов.

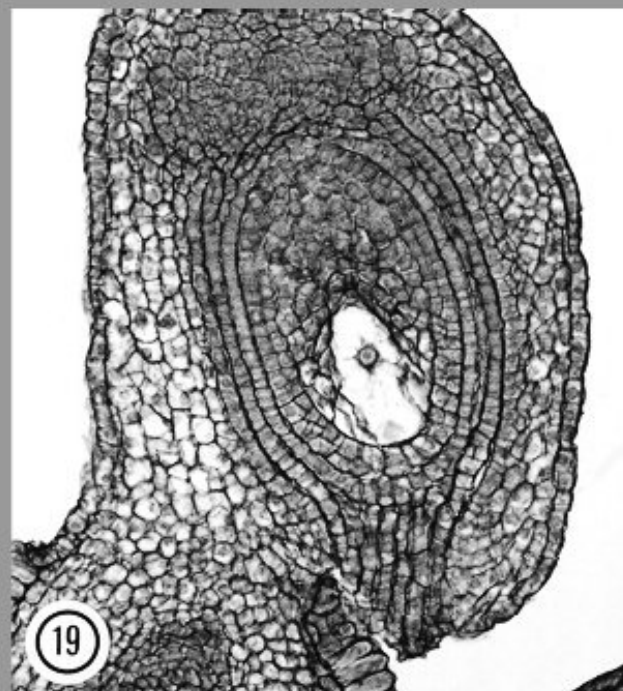
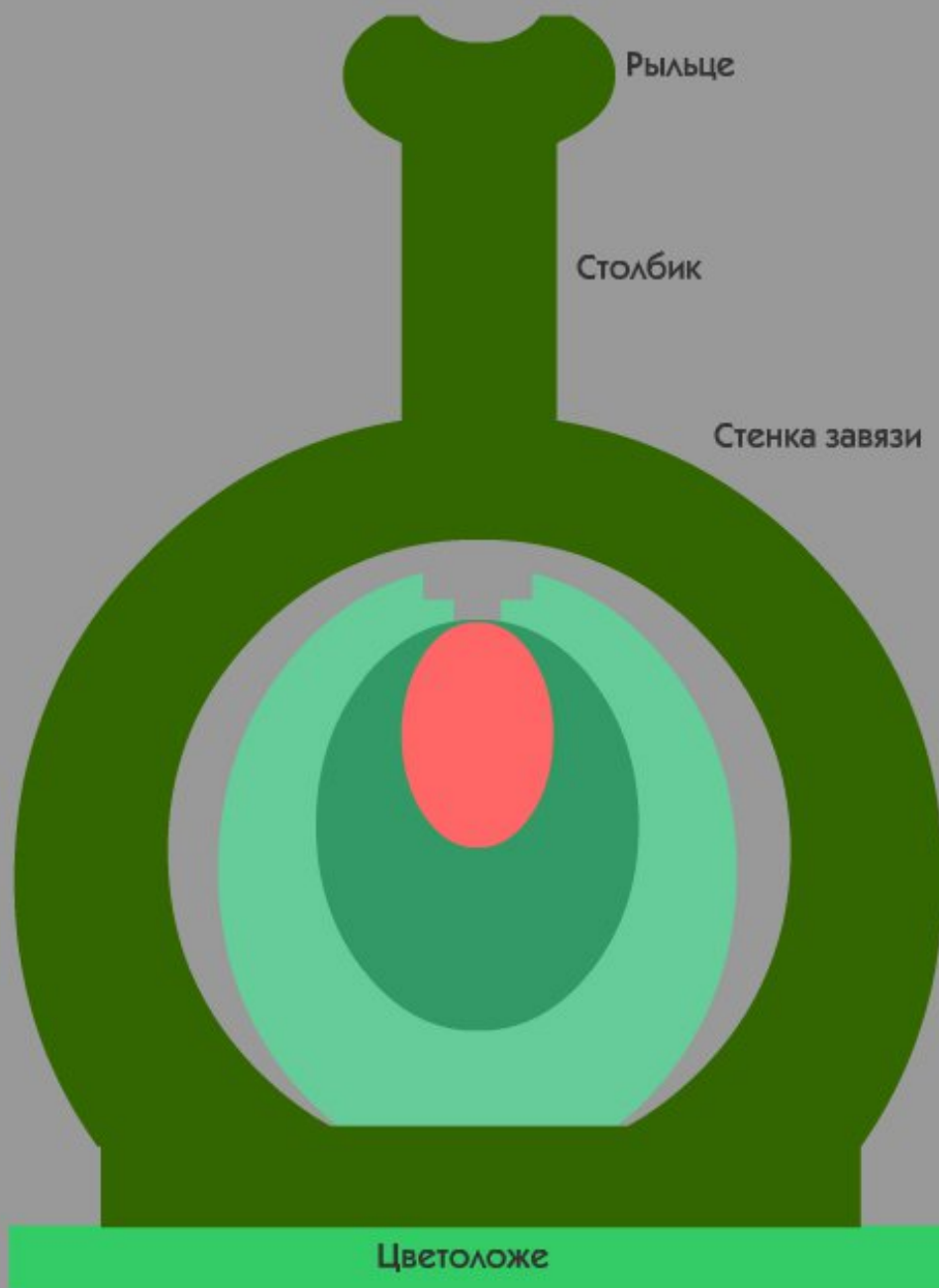


Щёлкните по семязачатку.

Экран 002 02a

Предметное содержание: знакомство с изображением, на котором можно различить части семязачатка.

Можно предложить детям рассказать о форме семязачатка на снимке, придумать "говорящие" названия для его частей.



Семязачаток *Iris tenax* x100
из статьи
Carol A. Wilson Floral stages, ovule
development, and ovule and fruit
success in *Iris tenax*, focusing on var.
gormanii, a taxon with low seed set
American Journal of Botany.
2001;88:2221-2231

Посмотрите на схему завязи с одним семязачатком.

Семязачатки выглядят как многоклеточные
округлые комки на стенке завязи.

Щёлкните по границе семязачатка и стенки завязи на
фотоснимке.

Пример интерактивно обучающей задачи, в которой подсказкой оказывается изменение формы курсора. Водя курсором по снимку, ученик видит, когда из стрелки он превращается в ладошку и "нащупывает" границу, самостоятельно находя её. В классе до такого поиска "прощупыванием" детям можно предложить найти границу, сравнивая форму клеток на разных участках среза семязачатка. Дети (возвращаемся ко второй миссии) находят особые места — резкую границу между светлыми и темными рядами клеток, ряд клеток с темным содержимым, среди рядов клеток с содержимым посветлее, границы между группами клеток покрупнее и помельче, границу между клетками близкого размера и формы, выстроенными в отчетливо различимый ряд, края клеток которого лежат на одной гладкой кривой, и клетками различающихся размеров и форм, не образующих рядов одинаковой ширины с краем в виде гладкой кривой.

В ходе сопоставления снимка и схемы детей можно попросить указать, где может находиться стенка завязи на снимке, какие особенности семязачатка на снимке не нашли отражения на схеме (на схеме нет ножки у семязачатка, верхушка семязачатка на схеме направлена от стенки завязи, а на снимке предположительно в сторону стенки завязи).

Предметное содержание — знакомство с процессом анализа ботанического анатомического препарата, углубление представлений о тканях и морфологии цветка.

Метапредметное содержание — анализ формы на основании сопоставления особенностей элементов в разных частях объекта, сопоставление схемы и фотографии среза объекта.

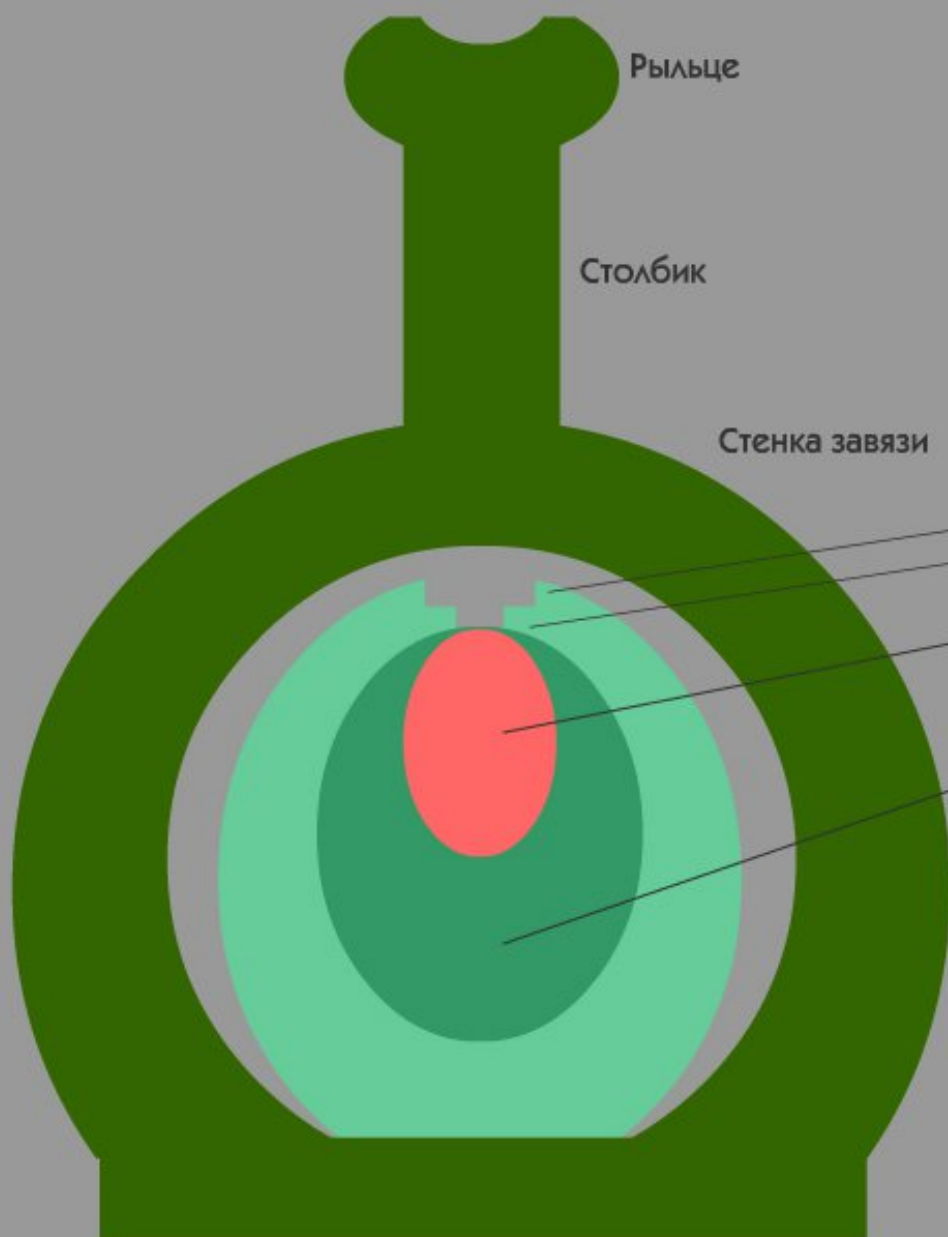
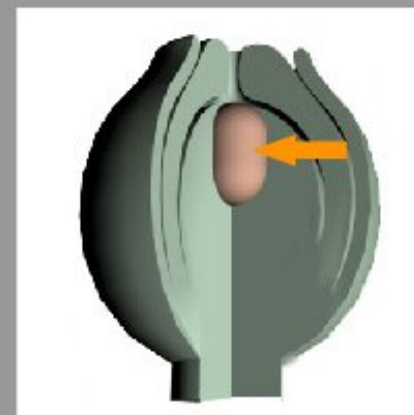
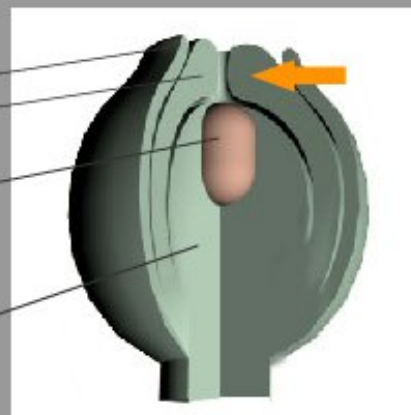
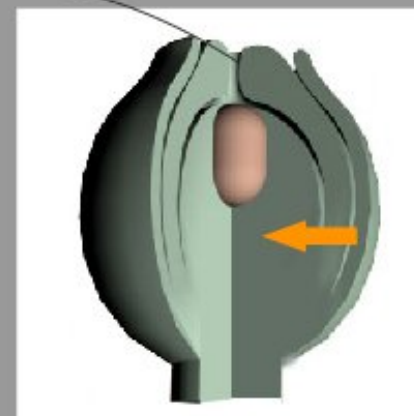


Схема семязачатка



В семязачатках покоятся неподвижные женские гаметы. Женская гамета сливается с мужской гаметой и новая клетка (получившаяся из гамет) превращается в **зародыш**. Зародыш — часть семени, из которой образуется новое растение. Сообразите, где в семязачатке самое безопасное место для женской гаметы? Щёлкните по стрелке, указывающей на место, где, на ваш взгляд, в семязачатке находится женская гамета.

Экран 002 03

Повторное объяснение того, что такое зародыш (о гаметах и зародышах уже рассказывалось во второй миссии).

Дополнительный вопрос: какие сведения о семенах неявно содержатся в тексте на экране (из того, что зародыш — часть семени, следует допустить, что в семени есть и другие части помимо зародыша).

Метапредметное содержание — задача на поиск функционального объяснения конструкции вещи: как связано положение жизненно важной части природного объекта с его строением. Где разместить часть, требующую наибольшей защиты.

Метапредметное содержание — сопоставление объёмной и плоской схемы.

Метапредметное содержание — примеры определения вещи через её ожидаемую судьбу (Зародыш — часть семени, из которой образуется новое растение. Цветок — это будущий плод).

Экран 002 03а

Пример рассуждения. Основано на допущении, что чем толще слой ткани, отделяющей клетку от наружной среды, тем эта клетка лучше защищена.

Пример технического противоречия (ТРИЗ) — гамета должна быть глубже упрятана для лучшей защиты, но она должна быть доступна контакту с мужской гаметой.

Пример применения подхода "найти особое место".



009 04

Как гамете добраться

отсюда

сюда

Женская гамета находится
в особо защищённом месте семязачатка
а пыльцевое зерно дальше поверхности
попасть не может.
Как обеспечить встречу гамет?

Изобретите способ доставки ДНК

Предметное содержание — знакомство с ситуацией, в которой требуется изучить механизм какого-то биологического процесса. При взгляде на снимок, мы понимаем, что в пыльцевом зерне содержится очень мало материала в сравнении с тем путем, который должна пройти мужская гамета растения.

Вдобавок, мы пока не доказали, (это гипотеза), что мужская гамета находится в пыльцевом зерне, не знаем, может ли она двигаться самостоятельно. Но ограничивает нас понимание (допущение) того, что и для роста клетки, и для её движения требуется расход вещества (расход либо на рост, либо на движение).

Метапредметное содержание. Способом порождения гипотез может стать попытка инженерного решения задачи, стоящей перед биологическим объектом. Прежде чем планировать эксперимент или наблюдения, можно попытаться изобрести разные способы достижения какого-то результата.

Сможем ли изобрести способ лучше открытого природой?

Способ переноса	Что нужно для переноса таким способом?
1. Раствор с ДНК стекает под действием силы тяжести	Направленный вверх столбик в виде широкой трубки.
 2. Раствор с ДНК втягивается капиллярными силами (как вода впитывается в просветы между волокнами ткани или поднимается в тонких трубках).	Тонкая скважина пронизывающая столбик и рыльце.
3. Специальные подвижные клетки (с жгутиками, с ресничками или способные переползать, извиваясь) двигаются сквозь столбик завязи и переносят ДНК.	Нужны подвижные клетки (у многих водорослей, например, есть подвижные клетки со жгутиками).

ДНК — просто длинная молекула, не способная к самостоятельному передвижению. Значит её должно что-то перенести.

Сравните разные варианты доставки — их достоинства и недостатки.
Постарайтесь придумать способ доставки, не упомянутый на этом экране.



Экран 002 04a

Предметное содержание. Описание способности клеток к движению.

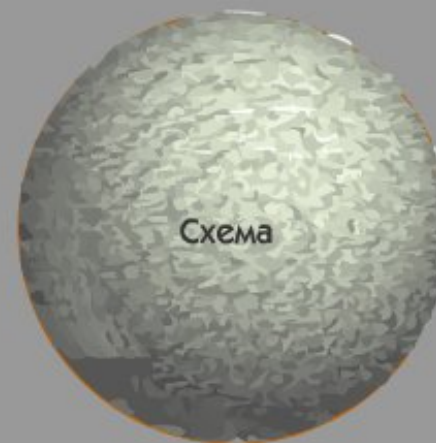
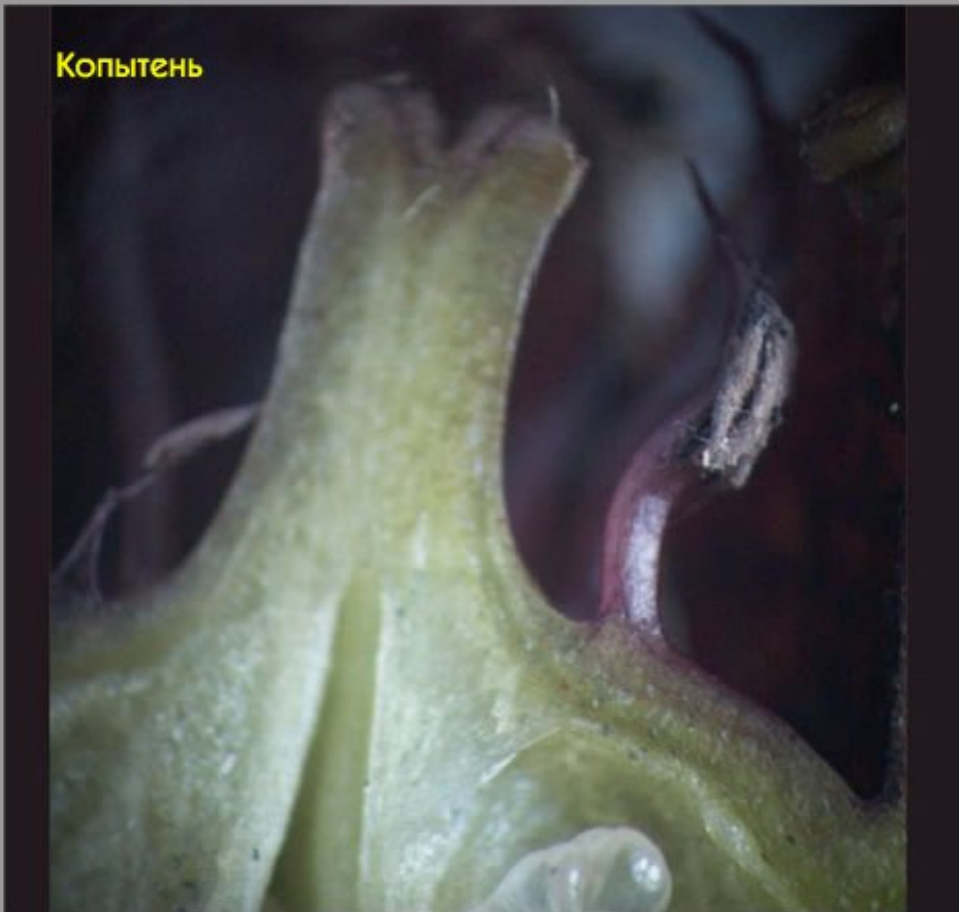
Метапредметное содержание. Пример перебора вариантов объяснения какого-то процесса.

Использование межпредметных связей — описание физических явлений (стекание и капиллярный подъём) в связи с обсуждением биологических процессов.

Сравнение достоинств и недостатков, принципиальной возможности разных способов инженерного решения задачи может быть этапом научного исследования механизмов какого-то явления. Лишь проведя мысленный эксперимент можно приступить к планированию реального эксперимента..

003

Копытень



ДНК от рыльца к семязачатку доставляется не подвижной, а удлиняющейся клеткой. Пылинка на рыльце прорастает! На ней появляется выступ, который постепенно вытягивается и углубляется в пестик. Этот выступ называется пыльцевой трубкой.



Объяснение, до которого ученики сами вряд ли додумаются. Хорошо, если дети сами заметят противоречие — они помнят, что на первых экранах миссии были снимки пыльцы на рыльцах пестиков. Размер пыльцы во много раз меньше пути, который нужно преодолеть. Значит механизм, описанный на этом экране, невозможен? Пыльцевая трубка будет увеличиваться, пока не кончится запас веществ в пыльцевом зерне, а потом остановится?

Метапредметное содержание. Оценивая возможность какого-то процесса необходимо выяснить, хватит ли ресурсов (веществ, энергии, времени и т.д.) на его выполнение.

A diagram of a human leg, viewed from the front, with a yellow background. A red oval highlights the knee joint area. A red dot is placed on the knee joint capsule, with a line pointing to it from the right. Another red dot is placed on the knee joint capsule, with a line pointing to it from the left.



Клетка, которой суждено стать гаметой, находится в цитоплазме другой клетки.

Клетки, образующей пыльцевую трубку.

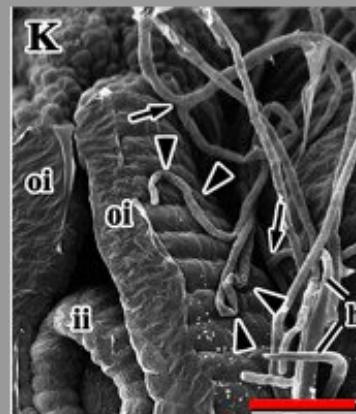


Щёлкните на схеме по клетке, которой суждено превратиться в гаметы.

каким одна клетка может оказаться внутри другой.

Экран 002 05

Этот экран содержит только объяснения, которые понадобятся при решении следующих задач.



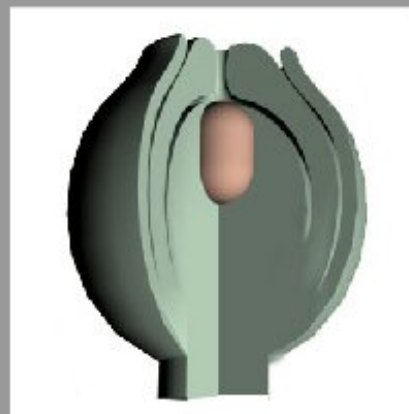
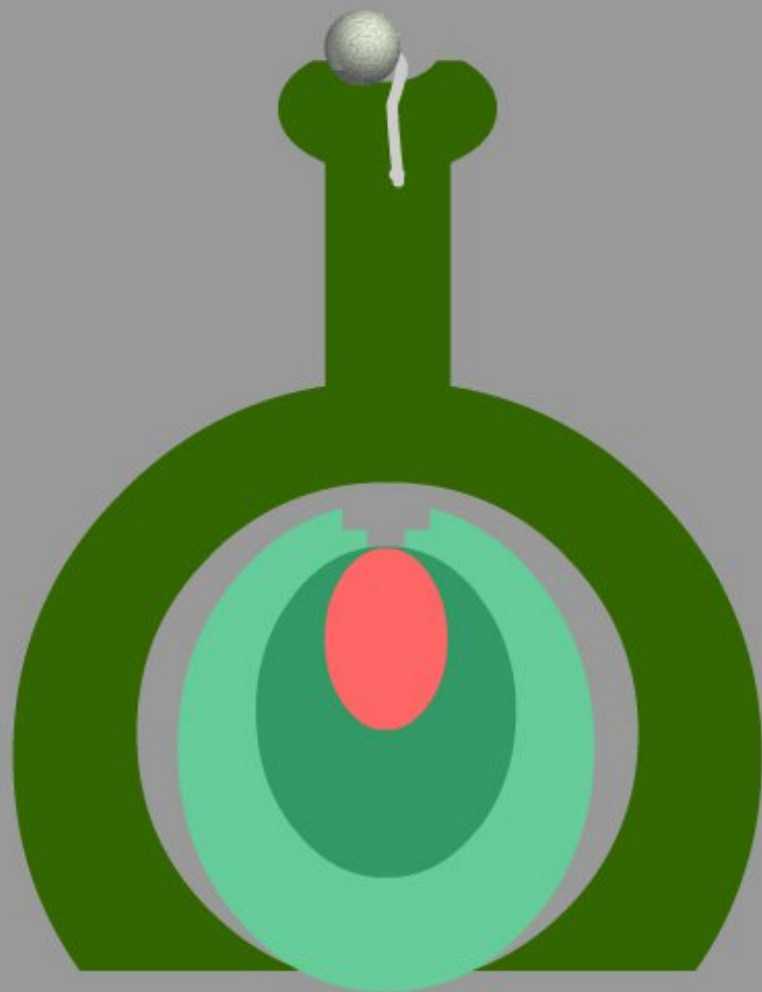
длина красной черты — 50 микрометров

Щёлкните по кнопке у стрелки, указывающей на семязачаток.

Экран 002 06

Это дополнительная информация для решения задачи позапрошлого экрана. Механизм доставки ДНК показан, но показано также соотношение размеров пылевой трубки и пылевого зерна. Откуда взялись недостающие вещества?

Метапредметное содержание факты могут противоречить расчетам, если не учтены какие-то особенности процесса. .



Мужские гаметы выходят
через отверстие в оболочке пыльцевой трубки
и перемещаются внутрь семязачатка.

Щёлкните по схеме,
где нет ничего,
кроме семязачатка.

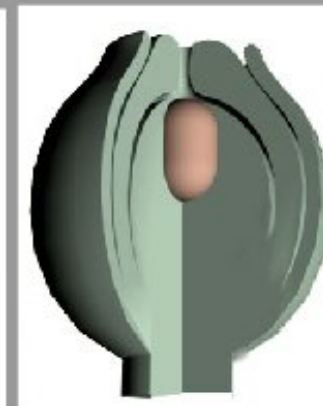
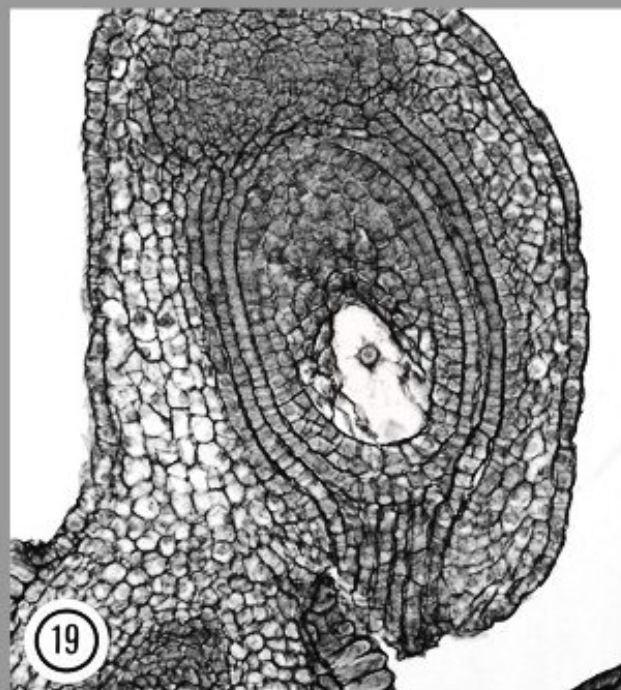
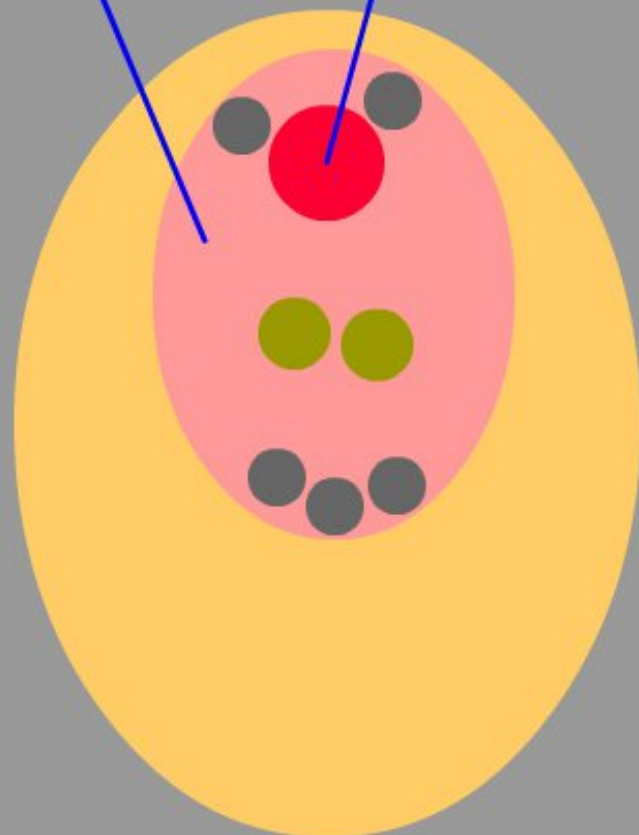
Экран 002 07

Добавочное напоминание того, что такое семязачаток.

Метапредметный результат. Истолкование схем.

зародышевый
мешок

женская гамета



Семязачаток *Iris tenax* x100
Снимок из статьи
Carol A. Wilson Floral stages, ovule
development, and ovule and fruit
success in *Iris tenax*, focusing on var.
gormanii, a taxon with low seed set
American Journal of Botany.
2001;88:2221-2231

Часть семязачатка, отмеченная красноватым тоном, называется "зародышевый мешок".

Зародышевый мешок — это большая клетка, в которую погружены ещё несколько клеток, в том числе женская гамета (яйцеклетка).

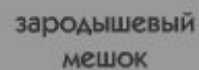
У этой большой клетки два ядра с одинарным набором ДНК.

Щёлкните по зародышевому мешку на фотоснимке.

Предметный результат. Воспроизводится схема из второй миссии (подкрепление пройденного) и объясняется, что такое зародышевый мешок. На снимке его границы можно выявить "прощупыванием курсором".

*** Разумеется, описание зародышевого мешка и процесса оплодотворения даются здесь по схеме из школьных учебников — реально у разных цветковых растений количество, форма, положение клеток, вовлеченных в половой процесс, и их функции могут различаться (см. три тома издания "Эмбриология цветковых растений" С-Пб1994, 1997, 2000)

Метапредметное содержание. Интерпретация схем.



Одна мужская гамета сливается с женской гаметой (яйцеклеткой), а другая мужская гамета сливается с двумя ядрами клетки зародышевого мешка.

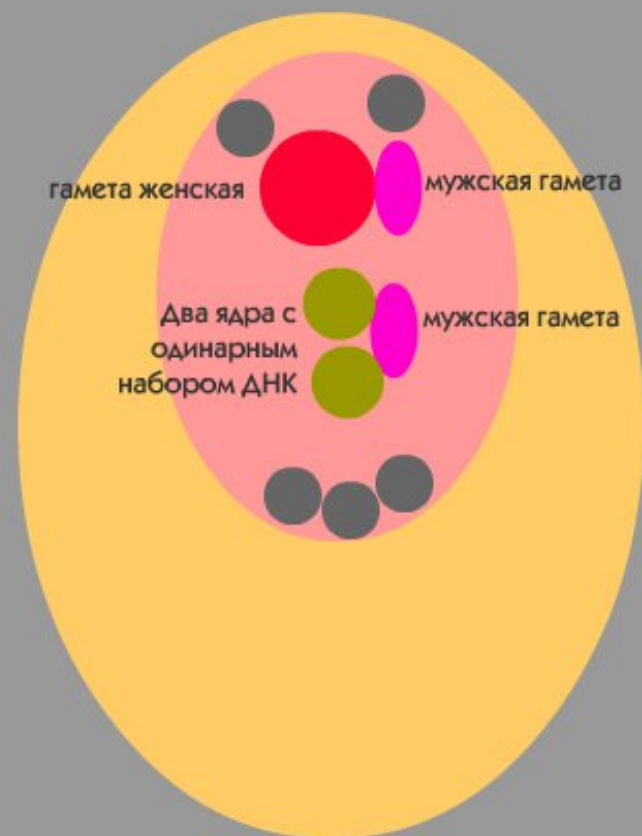
Щёлкните по мужской гамете на схеме.

Экран 002 08

Предметное содержание. Объяснение. Проверка понимания.

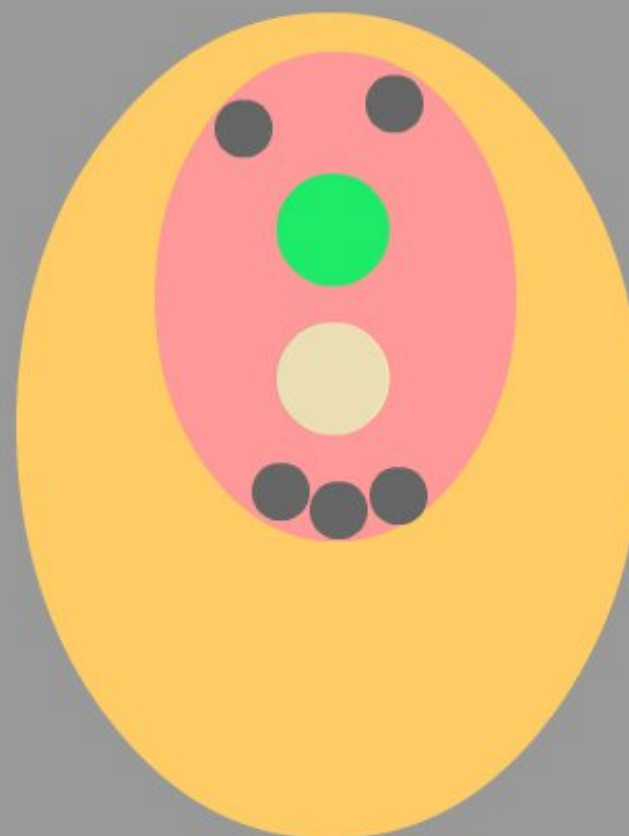
Упоминание термина "нуцеллус" без объяснения.

Метапредметное содержание. Обучение работе со схемами.



Клетка, образовавшаяся при слиянии мужской и женской гамет, называется **зиготой**.

Из **зиготы** вырастает зародыш, а из зародыша после прорастания семени образуется взрослое растение.

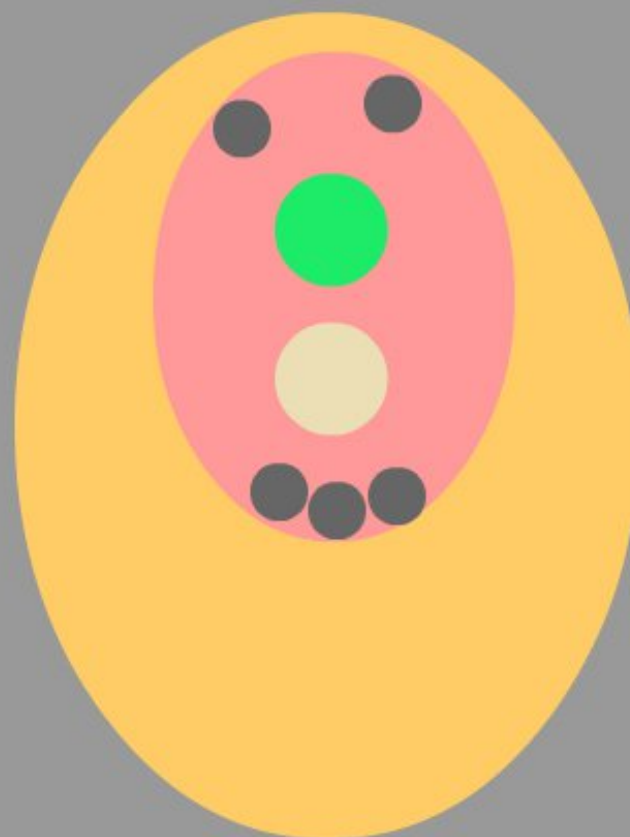


Чтобы пройти дальше, щёлкните по схематическому обозначению зиготы на правой схеме.

Знакомство со схемой двойного оплодотворения. Объяснение последовательности превращений зигота — зародыш — взрослое растение. Это нужно для объяснения в дальнейшем, что такое эндосперм и перисперм, без чего не объяснить строение семян в следующих миссиях.



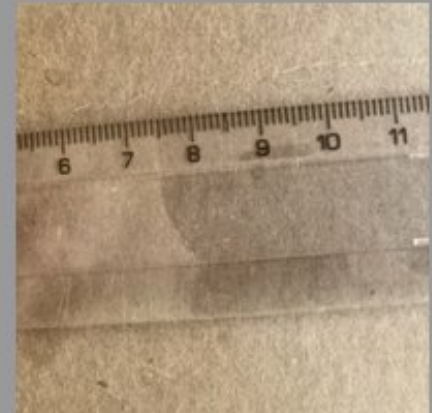
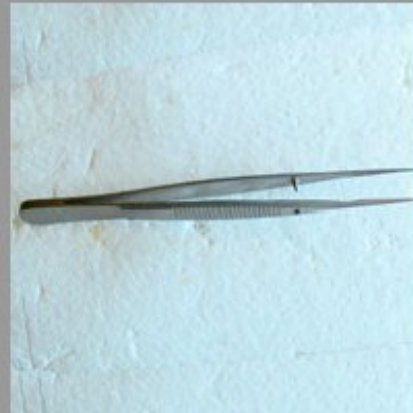
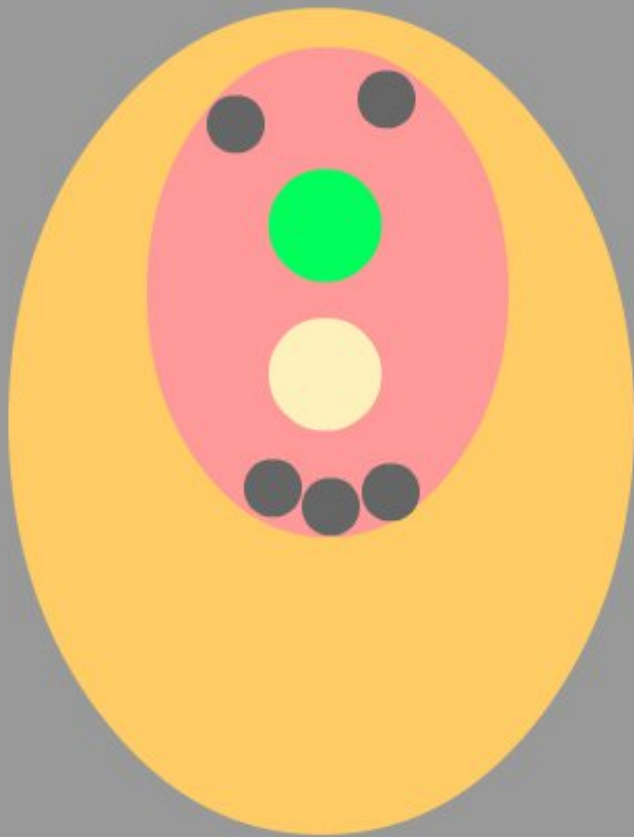
Клетка, образовавшаяся при слиянии мужской гаметы и двух ядер зародышевого мешка, делится много раз, образуя питательную ткань семени "эндосперм". Запас питательных веществ эндосперма расходуется при прорастании семян.



Чтобы пройти дальше,
щёлкните по схематическому обозначению клетки,
которой суждено превратиться в эндосперм.

Экран 002 10

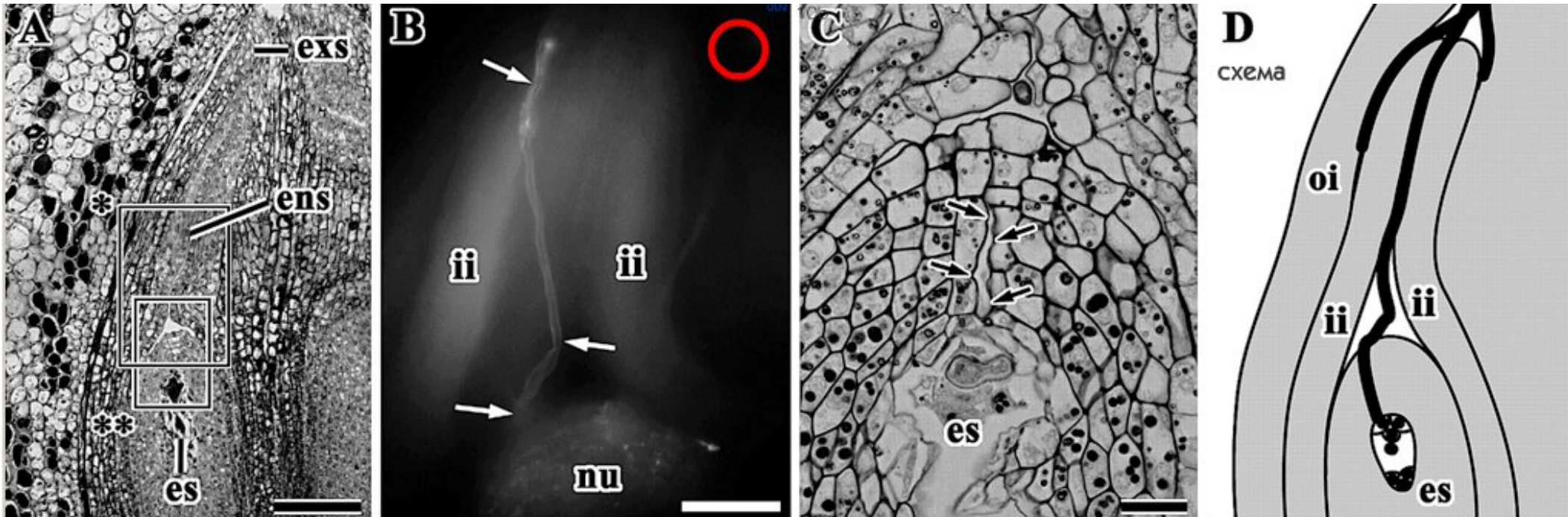
Работа со схемой. Решение принимается на основании допущения, что соответствующие клетки на обеих схемах расположены на том же самом месте.



Сообразите, каким образом биологи могли узнать о событиях, происходящих в зародышевом мешке?

Щёлкните по подсказке.

Проверка эрудиции и упражнение изобретательности. Вероятно, дети придумают, как ножницы, пинцет и линейка, каждый предмет сам по себе, могут помочь узнать, что творится в зародышевом мешке. Однако микроскоп — наилучший инструмент для изучения очень маленьких объектов.



Снимки из статьи Akiko Sogo, Hiroshi Tobe Delayed fertilization and pollen-tube growth in pistils of *Fagus japonica* (Fagaceae) American Journal of Botany. 2006;93:1748-1756

Вот такими видят биологи срезы семязачатка под микроскопом (конечно без букв и стрелок).

А потом изображают увиденное в виде схемы.

Обозначения:

es — зародышевый мешок

oi и ii — покровы семязачатка

Биологи брали завязи цветков, вымачивали их в спирте и в других растворителях, потом пропитывали парафином, потом резали на тонкие ломтики, потом удаляли парафин, потом окрашивали специальными красителями, потом рассматривали под микроскопом. Под микроскопом они видели клетки зародышевого мешка, гамет, пыльцевой трубки.

Но как они узнали о последовательности событий?

Ведь в мертвом зародышевом мешке никакие процессы идти не могут.

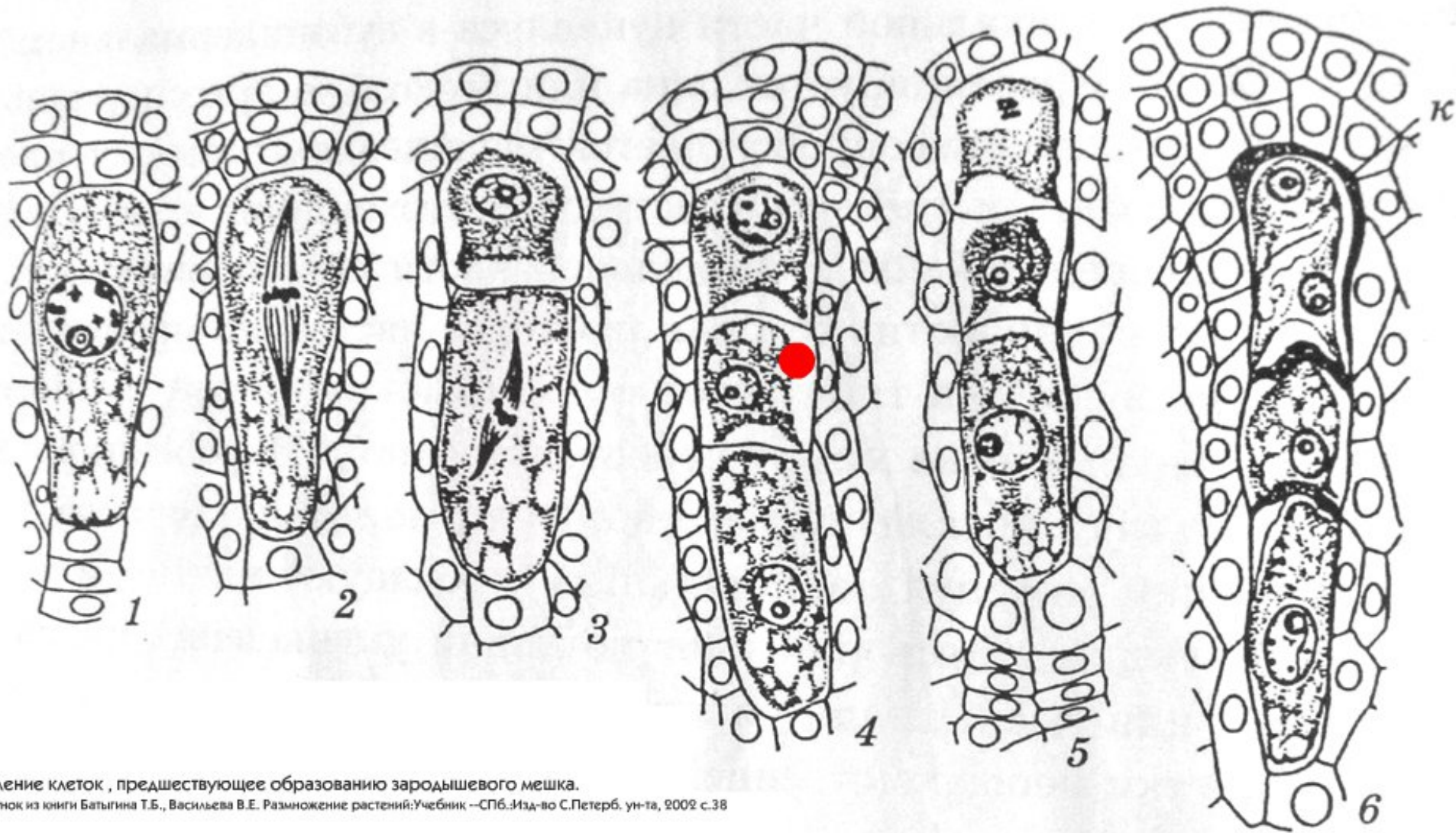
Щёлкните по пыльцевой трубке на снимке, отмеченном красным кольцом.

Предметное содержание. Сопоставление микрофотографий препаратов друг с другом и со схемой.
Знакомство с процедурой подготовки препарата для изучения под микроскопом.

Метапредметное содержание.

Главный вопрос экрана — повторение главного вопроса миссии: "Как можно узнать о последовательности событий микромасштаба внутри организма, если сделать препарат клеток, различимый под микроскопом, можно лишь убив их?"

Здесь нужно дать время на размышление. Детям нужно догадаться о методике и допущении, при котором эта методика оправдана.



Деление клеток, предшествующее образованию зародышевого мешка.

Рисунок из книги Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Размножение растений: Учебник — СПб.: Изд-во С.Петербург. ун-та, 2002 с.38

Биологи допустили, что во всех цветках одного вида растений происходят одни и те же события.

И, если рассмотреть срезы семязачатков многих цветков, обязательно попадутся находящиеся на разных этапах развития.

Выложив в ряд срезы цветков, находящихся на разных этапах развития, можно вообразить,

что это этапы развития одного и того же цветка.

Щёлкните по той клетке на рисунке 3, из которой могла образоваться отмеченная красным кругом клетка на рисунке 4.

(Разумеется, на самом деле на всех шести рисунках изображены разные семязачатки.)

Дан ответ на вопрос предыдущего экрана и отмечено допущение: "Биологи допустили, что во всех цветках одного вида растений происходят одни и те же события..." и т.д.

Предметное содержание: опыт истолкования биологического рисунка (понимание того, что является стенками клеток, а что ядрами на рисунках, различение фаз деления клетки).

Метапредметное содержание. Принцип восстановления последовательности событий путём выстраивания в ряд многочисленных одинаково изменяющихся объектов, находящихся на разных этапах изменения, различия между соседними объектами в ряду должны быть меньше, чем между отдаленными.

Можно предложить детям вообразить, когда в других предметных областях может возникнуть ситуация восстановления последовательности скрытых событий и при соблюдении каких условий можно применить тот же метод, который применяется при изучении превращений клеток растений. (Эти условия — большое количество объектов, предположительно одна и та же последовательность изменений каждого объекта, возможность остановить изменения объекта, невозможность восстановить жизнедеятельность объекта после взятия пробы или проведения измерения).



Чтобы исследовать последовательные стадии развития семязачатка, роста пыльцевой трубки и развития зародыша, учёные действуют по плану.

ПЛАН

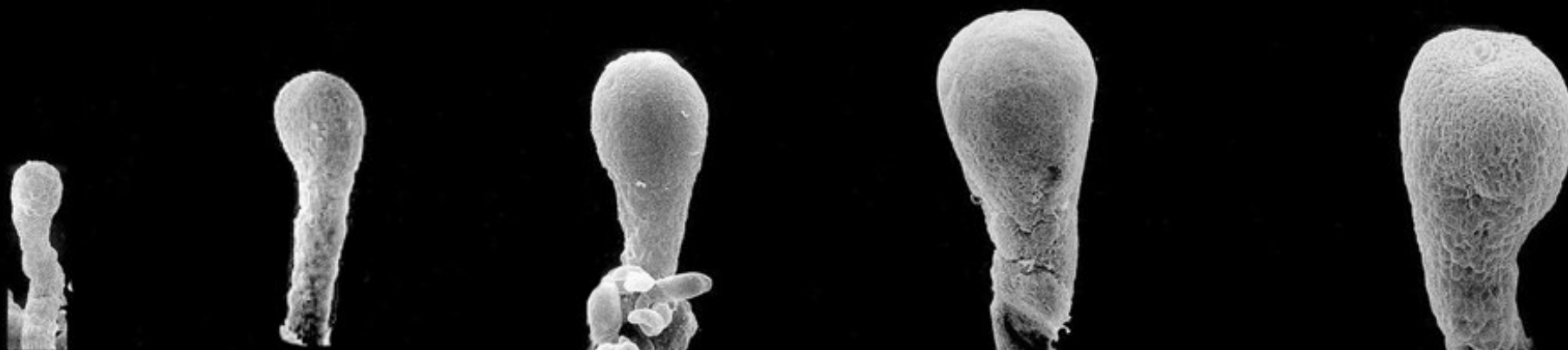
1. Во многих крупных бутонах одного растения срезать пыльники до раскрытия пыльников.
2. Одновременно опылить все пестики исследуемых цветков.
3. Каждые 10 минут срезать несколько завязей и класть их в спирт в отдельный флакон.

В спирте клетки гибнут и все процессы изменений останавливаются



Предметное содержание. Поверхностное знакомство с методикой сбора образцов для цитозмбриологических исследований (разумеется, в реальных исследованиях используется не чистый спирт, а разные фиксирующие жидкости, часто на основе спирта, и частота срезания завязей может быть разной). На уроке можно попросить детей сообразить, в чём смысл каждого из предписанных планом действий.

Метапредметное содержание. Знакомство с образцом принципиальной схемы плана эксперимента.



Снимок из статьи © Comparative anatomy and morphology of *Vitis vinifera* (Vitaceae) somatic embryos from solid- and liquid-culture-derived proembryogenic masses S. Jayasankar, Bhaskar R. Bondada, Zhijian Li and D. J. Gray American Journal of Botany, 2003;90:973-979.)

На снимках этапы развития зародыша растения.
Все изображения сделаны в одном масштабе.
Можно ли утверждать,
что слева направо возраст зародышей увеличивается?



Предметное содержание. Знакомство с формой зародыша растения (винограда). Полезно поискать клетки на поверхности зародыша.

Метапредметное содержание. На ранних этапах развития размер увеличивается с возрастом. Можно спросить, какие другие природные и социальные объекты с возрастом увеличиваются, а какие — уменьшаются? Увеличивается ли со временем гора? Увеличивается ли мощность слоя осадков на дне озера? Увеличиваются ли сталактиты? Как может изменяться численность политической партии, населения страны или города? Обязательно ли со временем увеличиваться численность работников предприятия?

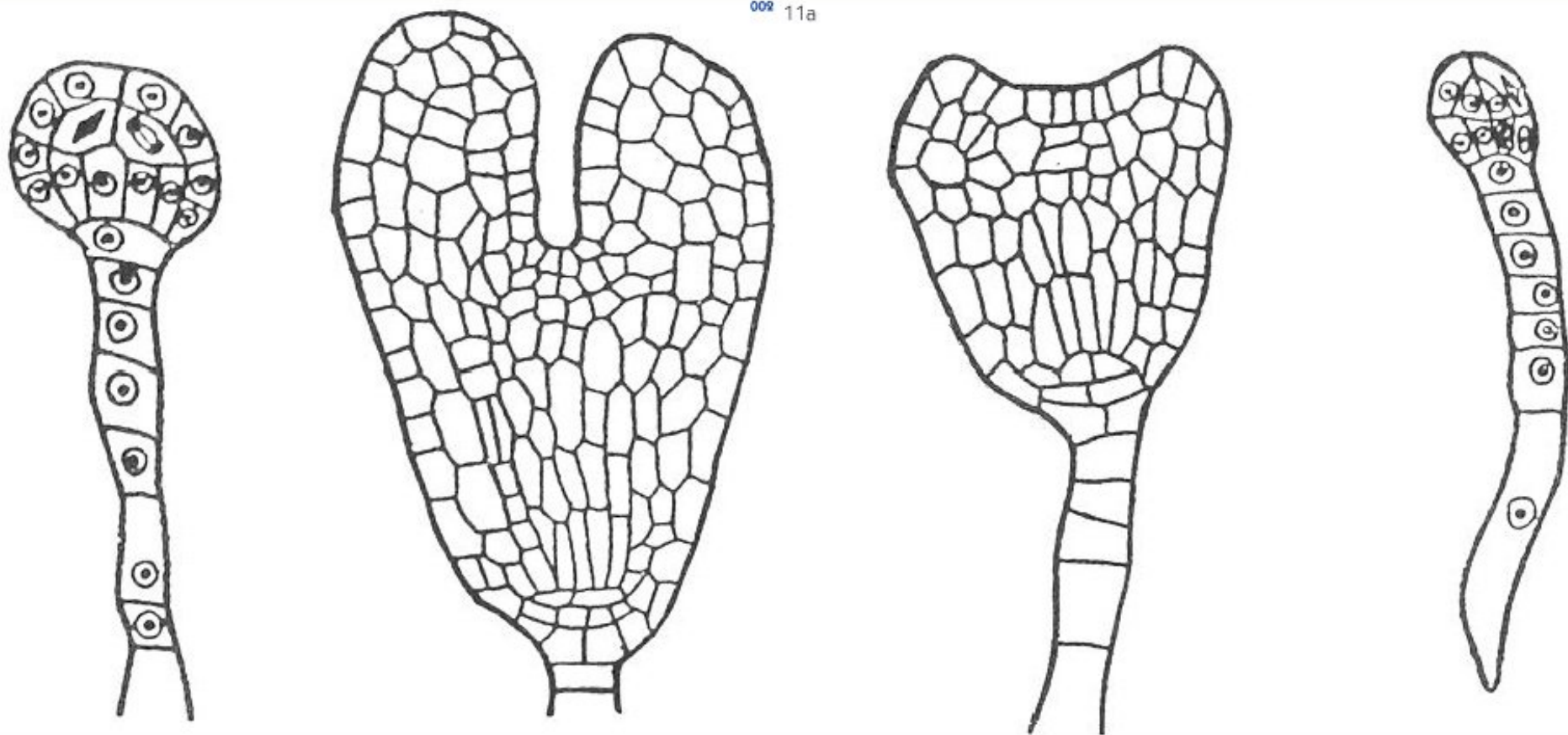


Рисунок из книги Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Размножение растений: Учебник --СПб.:Изд-во С.Петерб. ун-та, 2002 с.73

Не по порядку изображены 4 стадии развития зародыша арабидопсиса, сделанные в разных масштабах.

Сообразите, какая стадия после какой следует.

Щёлкните по изображению зародыша на третьей стадии.

Предметное содержание. Знакомство с клеточным строением зародыша ранних стадий развития. Нужно соотнести эти схемы с фотографиями предыдущего экрана. Спросить, как полагают дети, на этом экране срезы зародышей или изображения целых зародышей, видные под микроскопом на просвет. Для решения задачи необходимо сделать допущение (вполне очевидное, как и многие из допущений в основе исследовательской деятельности) о том, что с возрастом количество клеток зародыша не становится меньше (на самом деле на каких-то этапах развития может происходить только увеличение размеров клеток без появления новых, в каких-то случаях возможно отмирание клеток).

Метапредметное содержание. Информацию о последовательности событий можно получить, подсчитывая элементы объекта с учетом их расположения. (Сооружение кирпичного или блочного дома, строительство железной дороги, отложение осадков на дне моря).

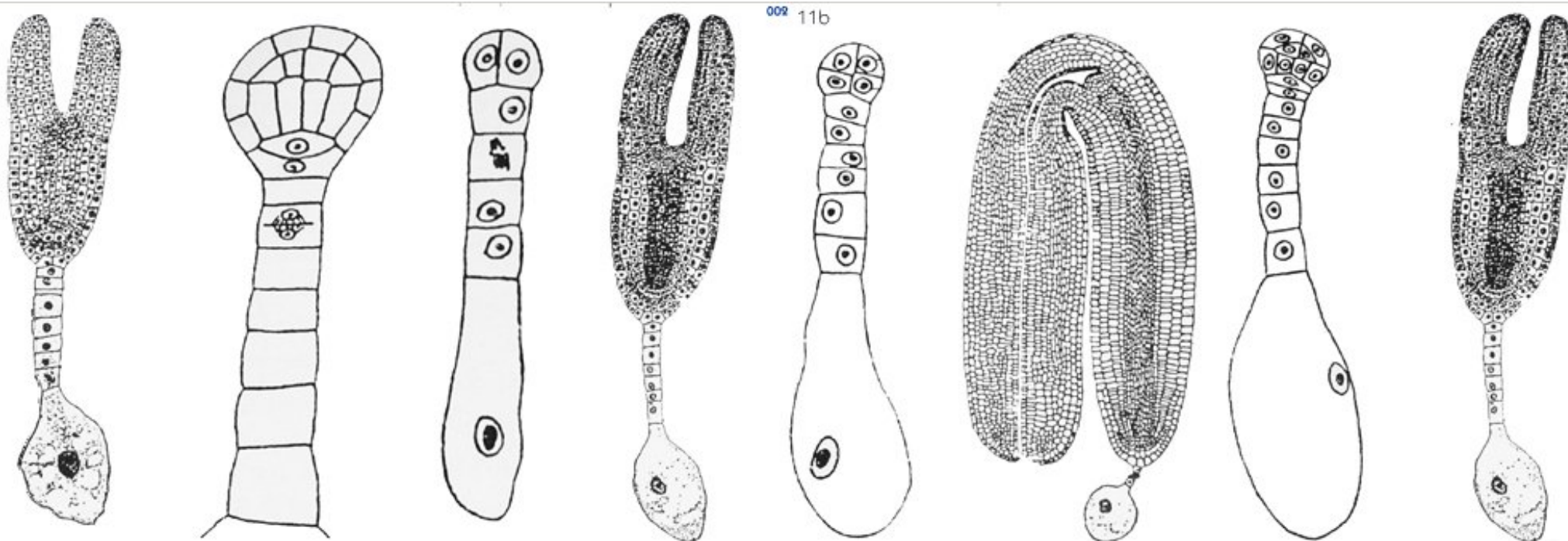


Рисунок из книги Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Размножение растений: Учебник --СПб.:Изд-во С.Петербург. ун-та, 2002. с.72

Не по порядку изображены 8 стадий развития зародыша пастушьей сумки, сделанные в разных масштабах.

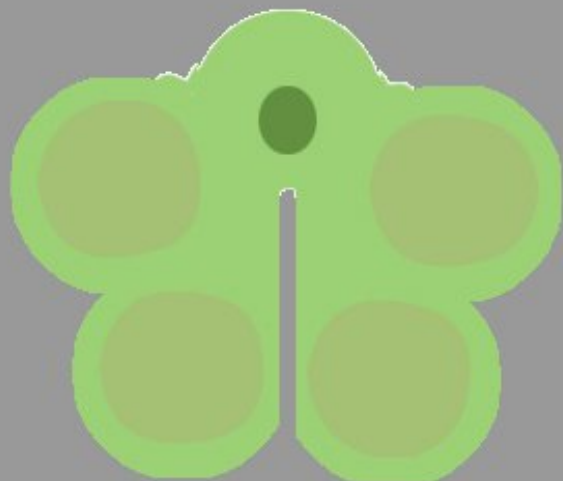
Сообразите, какая стадия после какой следует.

Щёлкните по изображению зародыша на четвертой стадии.

Экран 002 11b

Предметное содержание. Знакомство с клеточным строением зародыша ранних стадий развития.

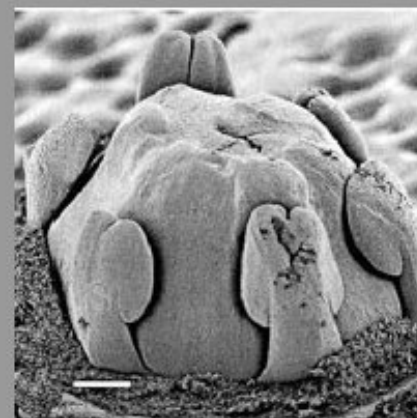
Приступаем ко второму этапу миссии



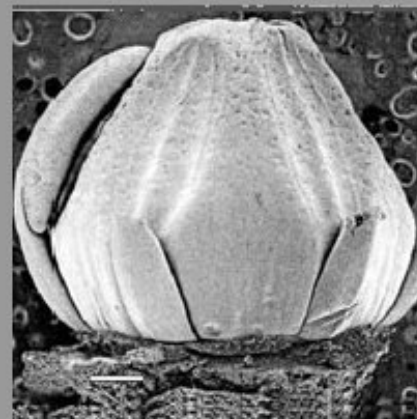
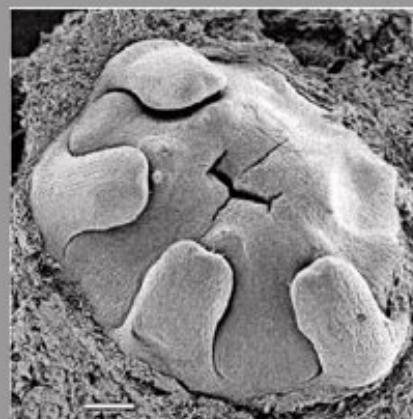
На ранних этапах развития
пыльник состоит из одинаковых клеток.

Позже в нём выделяются группы клеток,
которым суждено превратиться
в пыльцевые зерна.

Эти клетки многократно делятся.
Они окружены оболочкой — наружным
слоем клеток.



© American Journal of Botany 91(5),
2004, p. 644-655, A. Costello & T. Motley.



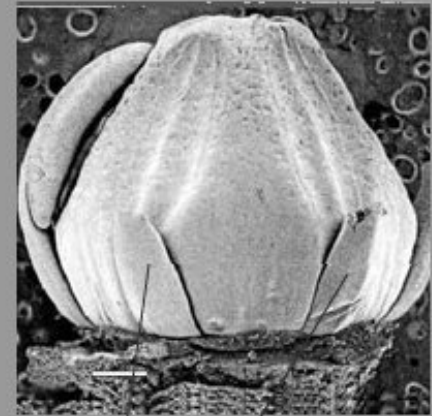
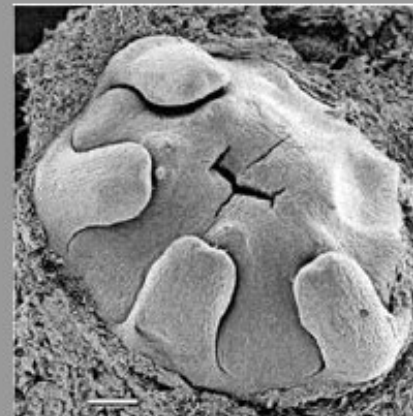
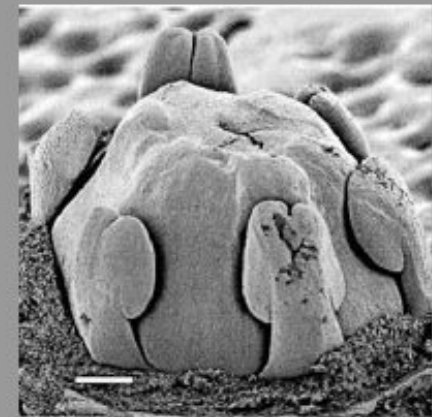
На трёх снимках
видны цветки
одного растения
на ранней стадии развития.
Найдите на снимках пыльники.

Щёлкните по снимку цветка
на самой ранней стадии развития.

Предметное содержание. Рассказ о строении пыльника и его развитии.

Задача на сравнение этапов развития формы. Усложнение (ловушка) в задаче — не догадавшись, что на нижнем справа снимке тычинки спереди удалены (догадаться об этом можно, заметив целую тычинку слева сзади), труднее обосновать решение (различия пропорции и вытянутости зачатка пестика менее наглядны, хотя вполне убедительны).

Такие фотографии делают с помощью сканирующего электронного микроскопа.

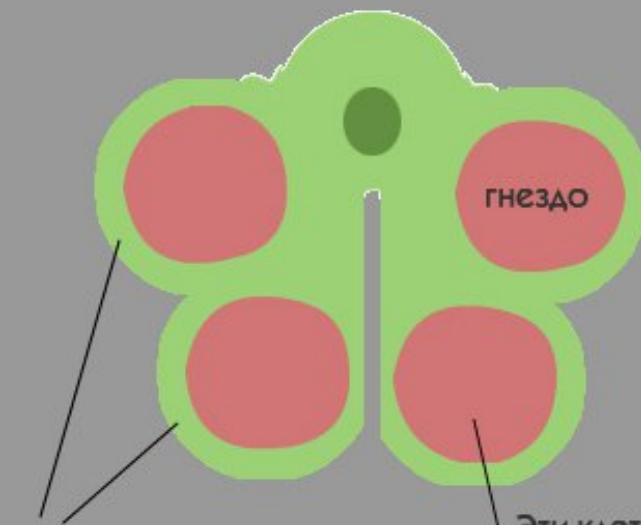


Вы правы. Действительно, на этом снимке пыльники меньше, чем на других, и их форма проще.

Вы догадались, что на одной из фотографий пыльники удалены, чтобы они не закрывали вид на завязь?

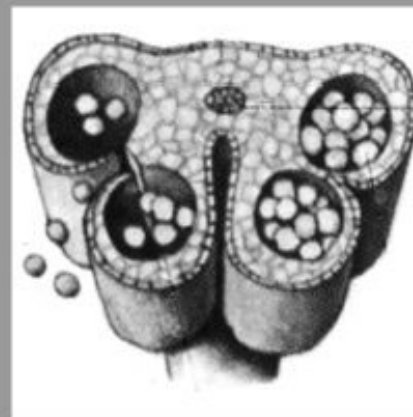


Предметное содержание. Знакомство с результатами использования сканирующего электронного микроскопа — объект представляется не плоским (как при проходящем освещении, насквозь), а объёмным.



Это стенки пыльника.

Эти клетки превратятся
в пыльцу после
нескольких делений



Часть пыльника,
занятая будущими пыльцевыми зёрнами,
называется гнездом.

Клетки у поверхности пыльника
превращаются в стенки пыльника.

Щёлкните по кнопке у верного высказывания.



И в клетке стенки пыльника, и в гамете
двойной набор ДНК.



И в клетке стенки пыльника, и в гамете
одинарный набор ДНК.



В клетке стенки пыльника двойной набор ДНК,
а в гамете одинарный набор ДНК.

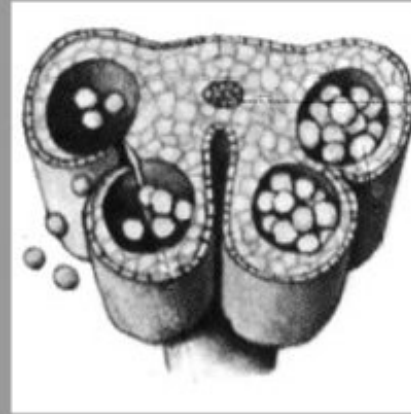
Экран 003 02

Предметное содержание. Рассказ о строении пыльника.

Ученики вряд ли смогут обоснованно выбрать решение задачи. Подсказку они получат на следующем экране.

Если ученик решил, что в гаметах двойной набор ДНК, он выйдет на экран, где ему напоминает, что если в гамете двойной набор ДНК, в зиготе и выросшем из нее организме — четверной, а в следующих поколениях ещё больше.

Если ученик решил, что и в стенке клетки пыльника, и в гамете одинарный набор ДНК, он перейдет на экран 003 02с, где ему предъявляются фотоснимки тычинок и задается вопрос, в какой момент количество ДНК в клетках стенок могло уменьшиться вдвое.



Правильно. В клетке стенки пыльника двойной набор ДНК,
а в гамете одинарный набор ДНК.
Но, как вы помните, пыльцевые зёрна это не гаметы.





Красным обозначена нить ДНК, доставшаяся зиготе от одного родителя.



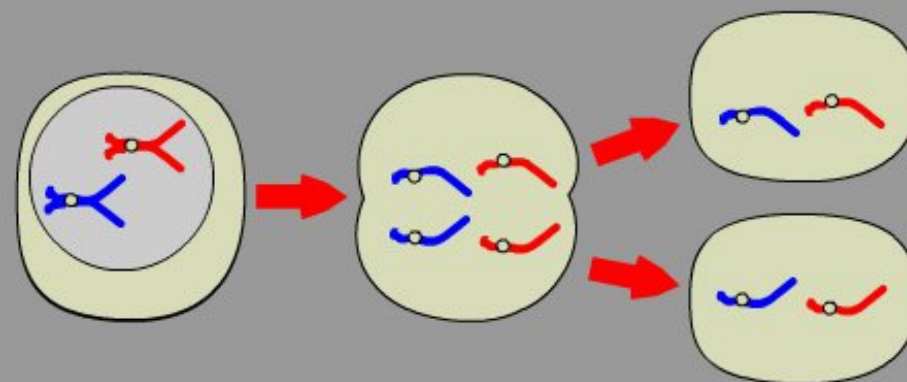
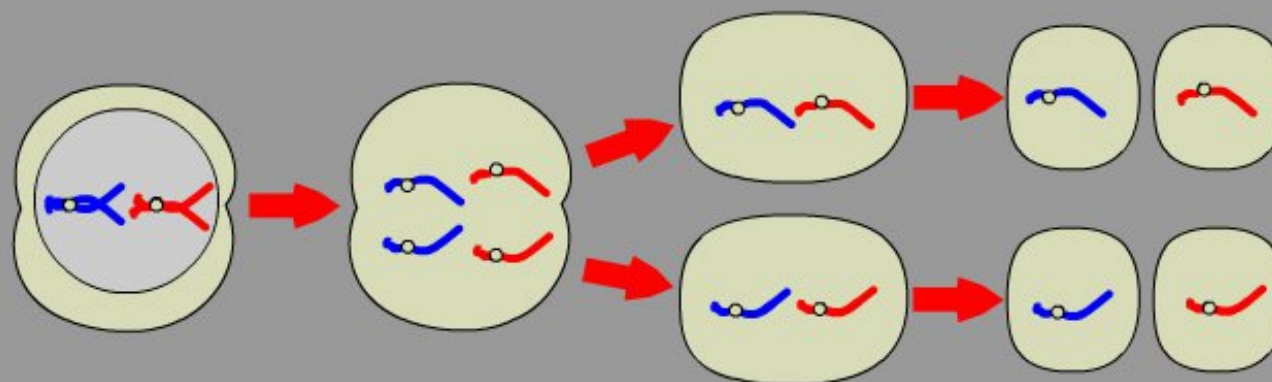
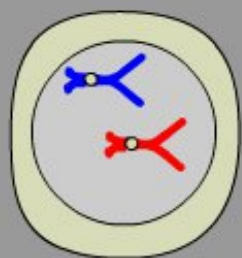
Синим обозначена нить ДНК, доставшаяся зиготе от другого родителя.



За время, прошедшее после митоза,



каждая нить ДНК удвоилась.



Каждая клетка в гнезде пыльника делится дважды и превращается в 4 клетки с одинарным набором ДНК.

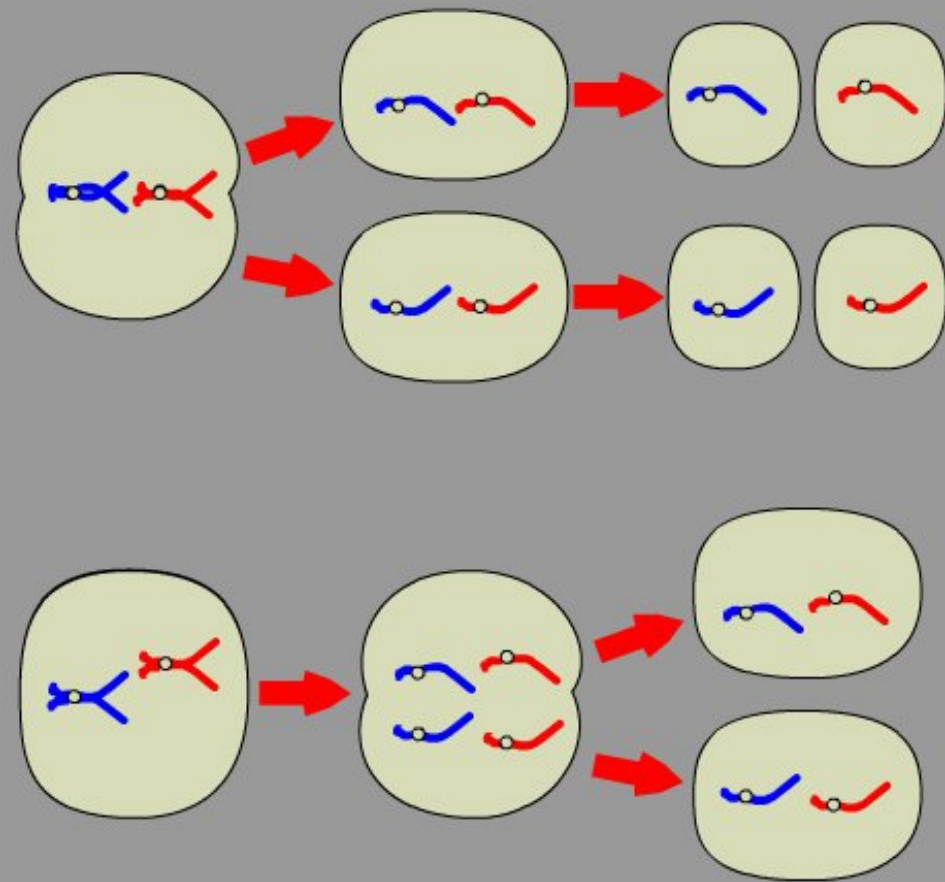
Вспомним вторую миссию.
Ключевые слова — **МИТОЗ** и **МЕЙОЗ**.

Чтобы перейти на следующий экран, щёлкните по упрощённой схеме мейоза.

Экран 003 03

Предметное содержание. Напоминание о процессах митоза и мейоза.

Метапредметное содержание. Сравнение и интерпретация схем.



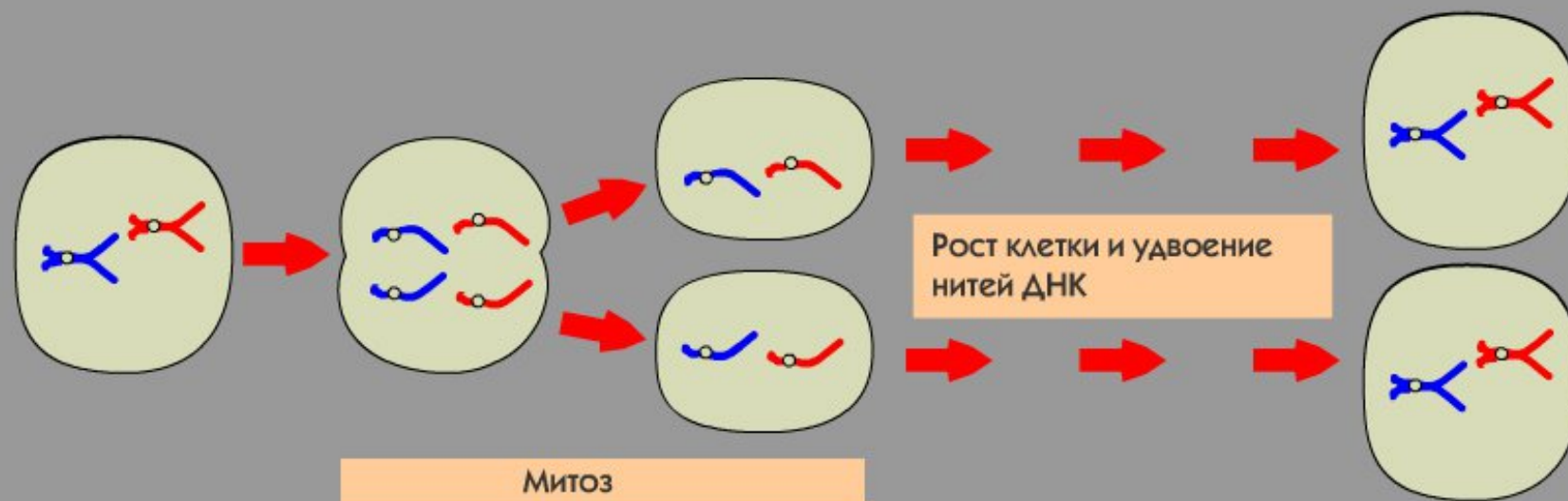
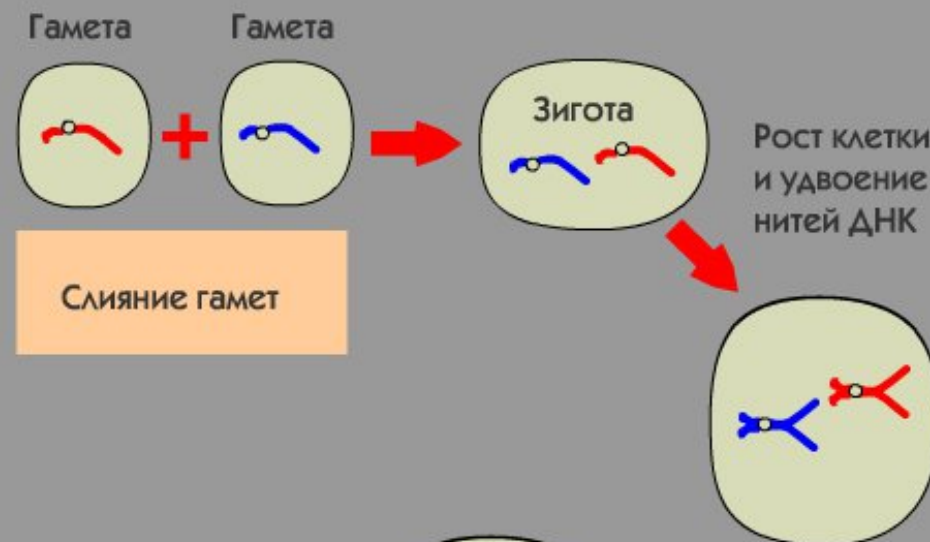
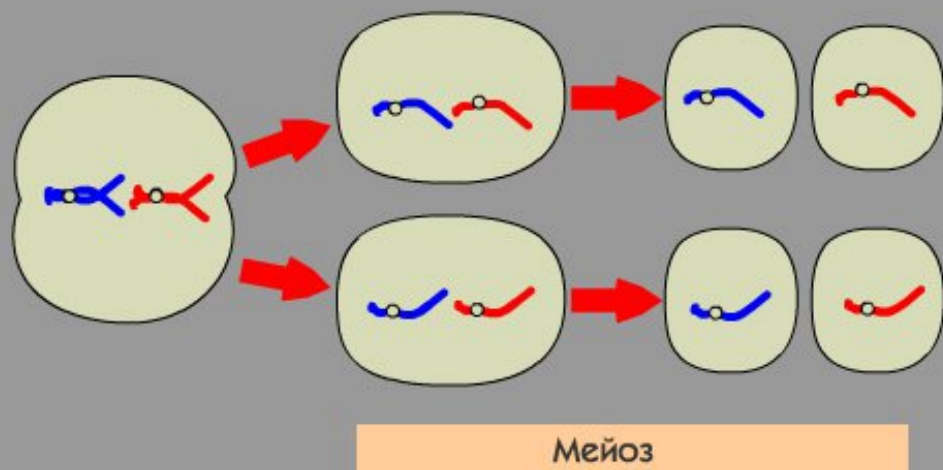
Но ведь смысл мейоза — образование гамет с одинарным набором ДНК.

На какой из схем

меньше ДНК

в каждой из получившихся в результате клеток ?





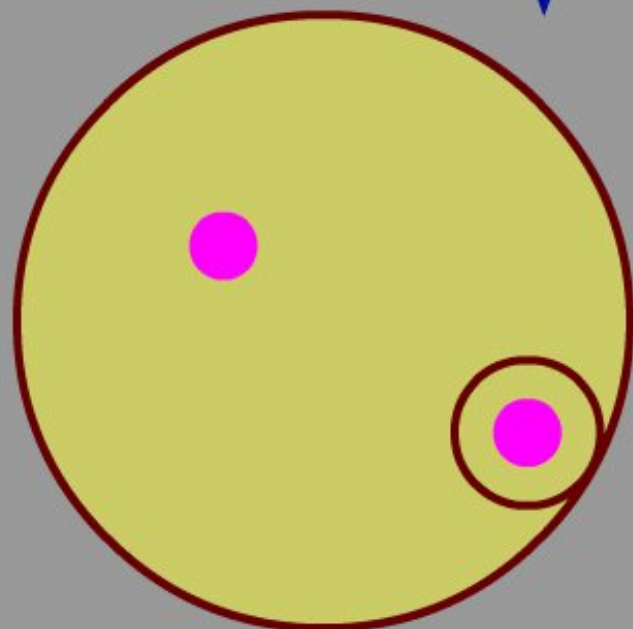
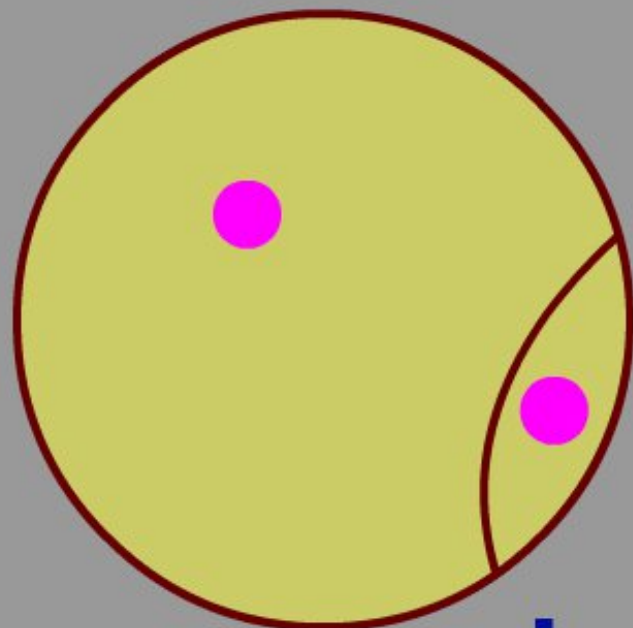
Напоминаем схему жизненного цикла клетки.

Щёлкните по красной стрелке, отмечающей превращение клетки в гаметы.

Экран 003 03а

Предметное содержание. Напоминание о процессах митоза и мейоза.

Метапредметное содержание. Сравнение и интерпретация схем.



Пыльцевое зерно
может получиться
из любой клетки,
появившейся в результате мейоза
в пыльцевом гнезде.

Эта клетка увеличивается,
формирует прочную оболочку
и делится на две.

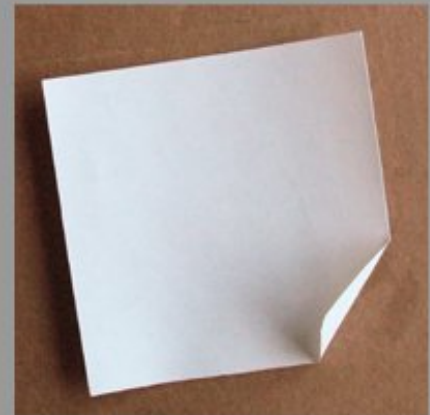
В пыльцевом зерне
одна клетка находится внутри другой.



Экран 003 03с

Предметное содержание. Рассказ о строении пыльцевого зерна.

Метапредметное содержание. Возможно существование систем (в данном случае — пыльцевое зерно), в котором один элемент располагается внутри другого элемента, причем уровень элементов одинаков (уровень в иерархии органелла — клетка — ткань — организм).



В пыльцевом зерне образуются две клетки.
Обе эти клетки и являются мужским гаметофитом цветкового растения.
Как защитить эти клетки?
Ведь на пути к рыльцу пестика им угрожают многие опасности.

Проблема: Оболочка должна быть прочная, но выходу пыльцевой трубки препятствовать не должна.

Предложите решения.

Чтобы перейти на следующую страницу, щёлкните по картинке, которую сочтёте подсказкой.

Предметное содержание. Обсуждение связи структуры и функции пыльцевого зерна.

Метапредметное содержание. Опыт конструирования. Формулирование противоречия в духе ТРИЗ (Оболочка должна быть прочной, но связи с внешним миром препятствовать не должна).

Детям нужно обсудить, какие именно опасности могут угрожать клеткам в пыльцевом зерне. Придумать, как в маленьком пыльцевом зерне обеспечить защиту этих клеток, причем эта защита не должна препятствовать прорастанию пыльцы на рыльце.



В жёсткой оболочке есть (или появляются) отверстия.
Клетка выходит в отверстие как фарш из мясорубки .
Но в чём отличие от мясорубки?





Можно ли увеличивать размер, находясь в жёсткой оболочке?

Как может расти живое существо в твёрдом панцире?

Вокруг каждой клетки, превращающейся в пыльцевое зерно, формируется двойная оболочка из жёсткого и из эластичного слоя.

Где должна быть мягкая оболочка: внутри или снаружи жесткой?

Щёлкните кнопку у лучшего сочетания.



Наружная оболочка твёрдая и без отверстий, внутренняя оболочка эластичная.



Наружная оболочка твёрдая с отверстиями, внутренняя оболочка эластичная.



Наружная оболочка эластичная и без отверстий, внутренняя оболочка твёрдая.

Предметное содержание. Знакомства с разными наружными скелетами беспозвоночных.

Метапредметное содержание. Решение инженерной задачи (увеличение размера объекта, находящегося в жесткой оболочке), которую можно сформулировать не только для растений и животных, но и для каких-то воображаемых технических объектов (дети могут свободно пофантазировать о роботах-трансформерах, космических скафандрах, динамических домах).

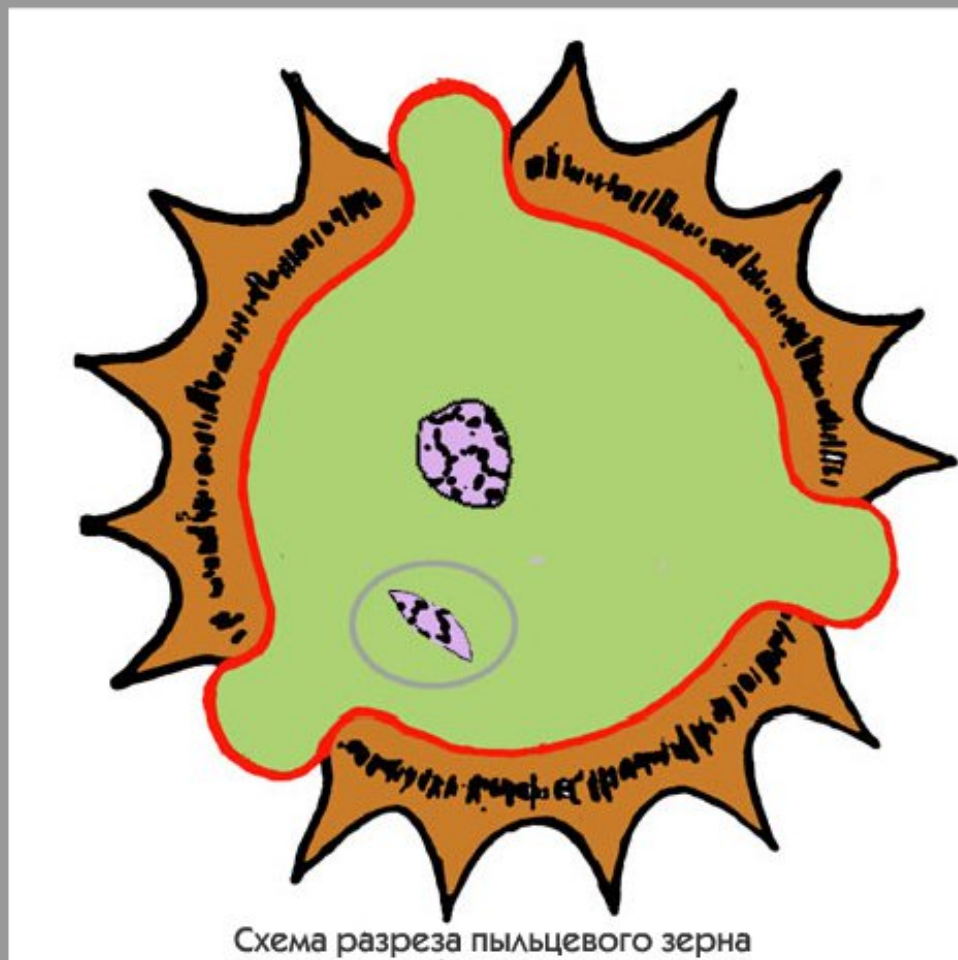
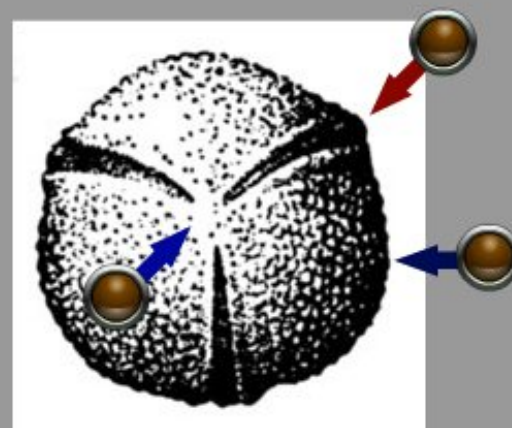
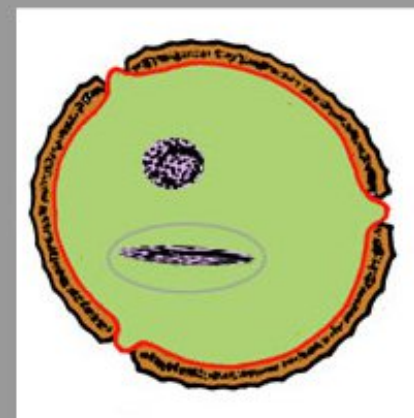
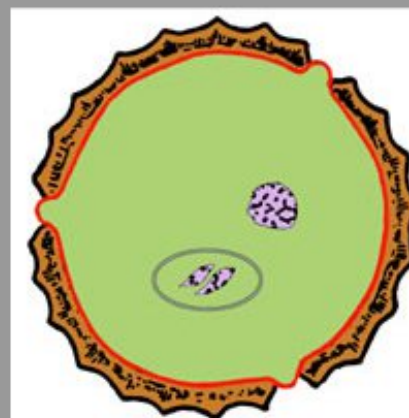


Схема разреза пыльцевого зерна

Наружный слой оболочки пыльцевого зерна состоит из прочного и стойкого вещества.

Это вещество не растворяется в кислотах и щелочах, не гниёт.

Оно относится к той же группе веществ, что и хитин и целлюлоза, и называется споропоппенин.



Щёлкните по кнопке стрелки, указывающей на место, откуда может появиться пыльцевая трубка.

Экран 003 05

Предметное содержание

Сообщение о строении пыльцевого зерна.



Наружные оболочки пыльцевых зерен разных видов растений очень многообразны.

На них могут быть бугорки, шипики, ямки и другие неровности (их иногда называют скульптурой).

В этой оболочке могут быть отверстия и участки, где оболочка очень тонкая.

Узоры наружной оболочки пыльцевого зерна одного вида растений постоянны и очень своеобразны.

Часто по ним можно установить род или даже вид растения.

Придумайте ситуации, в которых стойкость и разнообразие оболочки пыльцы люди могут использовать.



Предметное содержание. Сообщение о многообразии скульптуры оболочек пыльцевых зерен.

Метапредметное содержание. Поиск возможных использований какого-то явления природы (обнаружение места, где побывала вещь по пыльцевым зернам на ней в криминалистике, невидимая маркировка каких-то изделий для отличения от подделок, проверка качества микроскопа по тому, какие детали рельефа поверхности пыльцевых зерен он может различать).



003 05b

Десятки тысяч лет
оболочки пыльцевых зерен
сохраняются в болотах и горных породах,
сохраняя свою форму.

Что могут узнать люди,
найдя пыльцевые зёрна на разной глубине?



Экран 003 05b

Подсказка к предыдущей задаче. На снимке буровики, изучающие осадочные породы в месте, где запланировали строительство метро.



Каждый год в болотах нарастает слой мха,
почва укрывается слоем палых листьев,
на дно водоёма оседает ил и останки мертвых организмов.
Каждый год из века в век ветер разносит повсюду
пыльцу растений....

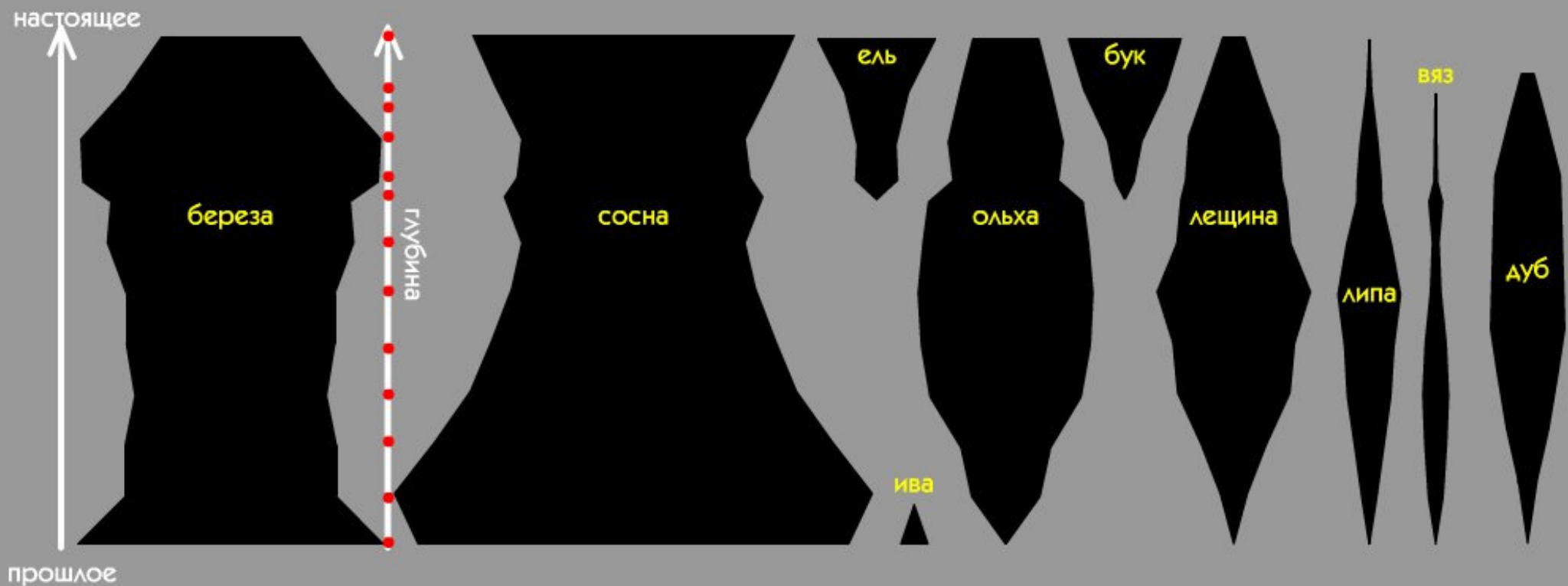


Ещё одна подсказка, ученик должен догадаться, что пыльцевые зерна, упавшие на почву или осевшие на грунт позже не могут оказаться глубже тех, которые упали раньше.

(Эта догадка не всегда соответствует действительности — выяснение того, действительно ли горная порода, находящаяся глубже, древнее пород, находящихся выше, иногда является самостоятельной задачей, которую решают геологи).

Метапредметное содержание: последовательность слоев осадков, отложений, запирающих выход из полости предметов может свидетельствовать о порядке, в котором поступали объекты (пыльцевые зерна, песчинки, товары на складе, артефакты в археологическом раскопе, скелеты животных в известняке и т.д.).

Далее идут задания повышенной сложности, не имеющие однозначных решений.



Исследователи подсчитывают количество пыльцевых зёрен разных растений в пробах торфа, почвы и грунта, взятых с разной глубины.

На схеме показано количество пыльцы разных растений в пробах, собранных на одном участке в Швеции.

Самые глубокие пробы соответствуют низу схемы, а поверхностные — верху схемы. Глубина взятия проб отмечена красными точками.

Во сколько раз ширина одной фигуры больше ширины другой, во столько раз больше пыльцевых зёрен этого растения было в этой пробе.

В самых верхних пробах оказалась пыльца, упавшая в начале 20 века, а в самых глубоких находилась пыльца, опавшая десятки тысяч лет назад.

Что, на ваш взгляд, можно сказать об изменениях растительного покрова на этом участке в течение десятков тысяч лет?



Экран 003 05d

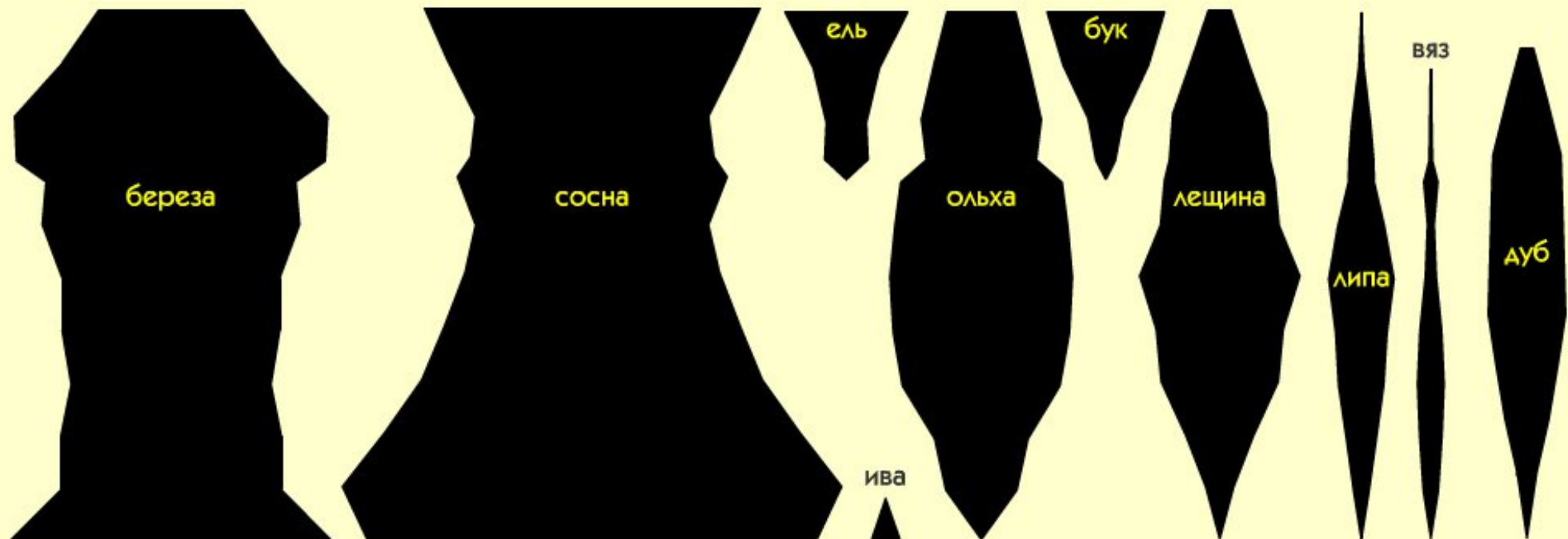
Предметное содержание. Рассказ о ботаническом анализе торфа

Метапредметное содержание. Интерпретация схем и диаграмм. Дети должны догадаться, что выводы, которые можно сделать из подобной диаграммы, зависят от допущений, которые они признают верными.

Как связано количество пыльцы с количеством деревьев? Зависит ли количество пыльцы от размера дерева? От его возраста?

Вся ли пыльца, слетевшая с цветков, оказывается в болоте? Как количество пыльцы в болоте зависит от расстояния до ближайших деревьев данного вида?

Зависит ли поступление пыльцы какого-то вида от размера и формы пыльцевых зерен?



Щёлкните по кнопке у наименее правдоподобного утверждения.



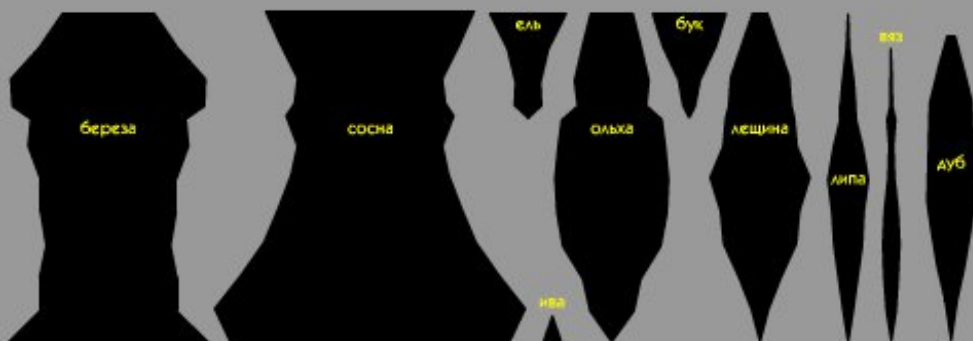
Во все времена в окрестностях участка сосен было больше, чем берёз.



В разные времена в окрестностях участка росло разное количество сосен.

При индивидуальном прохождении игры ученик не участвует в обсуждении, которое могло быть связано с предыдущим экраном. Вопросы с этого экрана вынуждают его задуматься о разных возможных допущениях.

Выбирая ответ, он должен оценить правдоподобность допущений, о которых мы писали на предыдущей странице.



Любое дерево
производит
одинаковое
количество пыльцы
в любом возрасте.

Деревья всех видов
производят
одинаковое
количество пыльцы.

Пыльца деревьев
всех видов
переносится на одно
и то же расстояние.

Пыльца деревьев
всех видов
сохраняется
одинаково хорошо.

Вы утверждаете, что во все времена в окрестностях участка сосен было больше, чем берёз?

Щёлкните по допущению,
соблюдение которого
не требуется для подтверждения вашей правоты.

Экран 003 06b.

Если даже ученик и не сообразил, какие допущения являются условием правильности его ответа, на этом экране ему предъявлены некоторые из них.

Можно оценить важность каждого из допущений, вообразив, чем различаются ситуации, когда это допущение верное и когда оно ложное.

Например, если допустить, что деревья разных видов производят разное количество пыльцы, то никакой связи количества пыльцы с количеством деревьев невозможно установить на основании приведенного графика (а если было известно, что сосна, например, производит всегда вчетверо больше пыльцы, чем такого же размера береза — можно было бы произвести расчет).

Если мы признаем, что пыльца одних видов разрушается быстрее, чем пыльца других, то наличие пыльцы хорошо хранящейся и отсутствие плохо хранящейся не говорит об отсутствии деревьев с плохо хранящейся пыльцой. Тогда как обилие плохо сохраняющейся пыльцы и малое количество пыльцы хорошо сохраняющейся может свидетельствовать о действительном соотношении количества деревьев (при соблюдении других важных допущений).

Если пыльца разных видов деревьев переносится на разное расстояние, то преобладание далеко разносимой пыльцы не говорит о меньшем количестве деревьев с плохо разносимой пыльцой.

Из четырех допущений, приведенных на этой странице наименее значимое — о том, что количество произведенной пыльцы не зависит от возраста, поскольку данные графики характеризуют тысячелетние промежутки времени, соотношение численностей деревьев разных возрастов одного вида даже если и изменялось (одновозрастные древостои вскоре после пожаров превращаются в разновозрастные по мере выпадения деревьев и заселения полян новыми молодыми деревцами), то, с учетом малой толщины слоя годичного прироста торфа, количество пыльцы, произведенной деревьями разного возраста усреднялось в масштабе десятилетий.



Когда пыльцевое зерно оказывается на рыльце пестика, эластичная оболочка прогибается и вытягивается, образуя длинный выступ — пыльцевую трубку.

Посмотрите на снимок початка кукурузы и сообразите, на существование какой проблемы он указывает.



Опять возвращаемся к однажды обозначенной проблеме — откуда у прорастающего пыльцевого зерна берутся вещества, необходимые для роста пыльцевой трубки. Это именно та проблема, о которой должен догадаться ученик на этом экране.



Столбики и рыльца цветков кукурузы очень длинные. У цветущей кукурузы они длинной кистью свисают из обертывающих початок листьев. Их длину можно оценить, даже разглядывая початок со спелыми зернами. Как крошечное пыльцевое зерно может создать пыльцевую трубку длиной со столбик с рыльцем кукурузы?



Экран 003 10а

Ответ на вопрос предыдущего экрана.

Метапредметное содержание в обиходе передается обычно образами и метафорами. На этом экране мы видим пример того, как "метапредметная формулировка задачи" помогает сформулировать гипотезу о биологическом процессе. В качестве объясняющего образа или метафоры мы предлагаем ситуации "Все запасы есть изначально" и "Все необходимое найдём в пути". Ситуация "Все запасы есть изначально" представлена в трех образах, путешественника, несущего на себе запасы, птичьего зародыша, усваивающего содержимое яйца, и раздвижной конструкции, в которой ничего не расходуется, но размер увеличивается.

В одном учебнике ботаники говорится, что между попаданием пыльцы на рыльце и слиянием гамет у растений разных видов проходит различное время.

У некоторых видов дуба это время достигает года, у ольхи и орешника — трёх-четырёх месяцев.

У большинства растений этот срок не больше 2 суток, а у недотроги — менее 1 часа.

Какие гипотезы о жизни пыльцевых зерен дуба можно предложить, отталкиваясь от этих сведений?

Может ли пыльцевое зерно прожить в рыльце несколько месяцев, оставаясь независимым от него?

Получает ли пыльцевая трубка подкрепление от тканей пестика?

Химические процессы в живой клетке не могут остановиться, значит в течение года необходимые вещества поступают из ткани пестика в пыльцевую трубку дуба.

Вероятно, пыльцевое зерно дуба не прорастает в течение года, а через год пыльцевая трубка быстро прорастает и гаметы сливаются.

Пыльцевое зерно образует пыльцевую трубку сразу после попадания на рыльце, после чего все химические процессы в клетке останавливаются на год.

Щёлкните по тому объяснению, которое вам кажется **НАИМЕНЕЕ** правдоподобным.

Предметное содержание присутствует в формулировке задачи.

Метапредметное содержание — смысловое чтение научного текста.

У шестиклассника нет достаточных познаний в области химии и физиологии, чтобы мотивированно выбрать вариант ответа. Может быть, он слышал о покое семян и тогда он сможет предположить, что пыльцевое зерно может находиться в покое подобно семени.

Может быть, он слышал о зимней спячке животных — и тогда он может подумать, что проросшее пыльцевое зерно впадает в спячку. Может быть, он, вспомнив задачу о пыльцевой трубке в длинных столбиках пестика кукурузы, решит, что пыльцевая трубка может в течение года быть нахлебником клеток завязи. При обсуждении этой задачи важно не нахождение верного ответа, а сама ситуация сопоставления гипотез и допущений в условиях нехватки информации.



Вариант 1. Пыльцевое зерно дуба прорастает сразу, а пыльцевая трубка в течение года впитывает питательные вещества из клеток завязи.

Вариант 2. Пыльцевое зерно в течение года покоится, а потом образует пыльцевую трубку, вскоре после чего гаметы сливаются.

Придумайте, что нужно сделать, чтобы выяснить, какой из вариантов осуществляется.



Экран 003 11a

Формулируются две гипотезы, а ученику предлагается спланировать эксперименты для проверки каждой из них.



Поздравляем!

Вы выполнили третью миссию игры.

Вы попробовали
самостоятельно планировать эксперименты,

познакомились с одним из способов
узнать о скрытых событиях,

поупражнялись в предложении гипотез
и в оценке их правдоподобности.

**Впереди ещё три миссии.
Удачи вам.**

