



Урок 42. Устьица и среда

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 42 из 64 · 45 минут · Модуль «Ботаника»

Уровень: Исследовательский для 9 класса: сравниваем условия, отделяем наблюдение от объяснения и защищаем вывод. Нужны проценты, среднее и чтение таблиц. Все необходимые сведения приведены ниже.

Вся программа курса

На одном снимке щель устьица хорошо видна, на другом почти закрыта. Можно ли по двум фотографиям доказать, что растение испытывало засуху?

Проверяемый результат:

Различить состояние устьичной щели на микрофотографиях, сравнить долю открытых устьиц в двух условиях и объяснить предел причинного вывода.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Рассмотрите верхний и нижний кадры. За 2 минуты найдите две замыкающие клетки и щель между ними. За 3 минуты запишите по одному наблюдению и предположению. Реплика ученика: «Нижний кадр доказывает засуху». Укажите, каких сведений об условиях не хватает.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Устьице связывает внутренние воздушные пространства листа с внешней средой. Замыкающие клетки меняют просвет щели. Через открытые устьица возможны газообмен и потеря водяного пара; состояние зависит не только от освещения, но и от водного режима. Один кадр показывает состояние, а не причину его возникновения.

Пример: при одном правиле учёта в поле из 20 устьиц открыты 12. Доля $12/20 \times 100\% = 60\%$. Во втором поле 9 из 15: тоже 60%, хотя открытых меньше. Сравнивают доли, сохраняя знаменатель. Плотность устьиц на площади и доля открытых устьиц - разные показатели; увеличение микроскопа само по себе не даёт площадь поля.



Настоящие микрофотографии устьиц *Arabidopsis*: сверху щель открыта, снизу закрыта. Автор KuriPop, 26.06.2008, CC BY-SA 3.0. Оригинал без изменений; на верхнем кадре показана шкала 10 мкм. Её нельзя автоматически переносить на нижний кадр. Это иллюстрация строения, не снимки учебной серии А/Б.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Растение	А: свет, достаточный полив	Б: тот же свет, дефицит воды
1	16 из 20	6 из 20
2	14 из 20	8 из 20
3	15 из 20	7 из 20

Учебная серия: шесть отдельных растений одного вида и возраста, по три в группе. Температура 22 °С, одинаковые время съёмки и поверхность листа. Открытым считают устьице с различимой щелью по единому правилу. В каждой строке показаны разные растения, а не один лист до и после. За 3 минуты найдите доли по растениям; за 3 - общую долю каждой группы; за 3 - разность в процентных пунктах; за 2 составьте вывод из двух предложений. Критерии: знаменатели, расчёт, условие сравнения, ограничение.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Новая пара условий	Открыто	Всего
Влажно, темно	10	40
Сухо, светло	12	30

За 3 минуты вычислите доли; за 3 объясните, почему это не чистая проверка влияния света; за 2 предложите таблицу четырёх сочетаний «влажно/сухо × светло/темно». Для каждого сочетания нужны отдельные повторные растения. Запишите, какие пары отличаются только светом.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

За 2 минуты проверьте тезис «Чем больше открытых устьиц, тем всегда лучше растению»; за 3 предложите два встречных аргумента; за 2 сформулируйте вывод. Используйте функцию щели и данные. Альтернатива - баланс поступления CO₂ и потери воды, а не максимум одного показателя.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

На 25 учтённых устьицах открыты 15; в другом условии открыты 8 из 20. За 5 минут найдите две доли, разность в п.п., назовите одну постоянную величину для честного сравнения и одно недоказанное утверждение. 4 балла: по одному за каждый элемент; две доли - один элемент.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Микрофотография KuriPop и таблицы ниже, бумага, карандаш, калькулятор. Предпосылки: клетка, газообмен, доля. Работа только с готовыми снимками и учебной серией, без снятия эпидермиса и реактивов. Снимки показывают строение, но не относятся к числовому опыту. На бумаге удобно подписать верхний кадр А и нижний Б; исходный файл не изменён.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте учебную часть PDF или используйте доску. Ответы открывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

А: 80%, 70%, 75%; всего $45/60 = 75\%$. Б: 30%, 40%, 35%; всего $21/60 = 35\%$. Разность 40 п.п. В данной учебной серии дефицит воды связан с меньшей долей открытых устьиц. Независимых растений по три, а не по 60: устьица одного листа не являются независимыми растениями. Два вводных кадра не подтверждают числовые результаты этой серии.

Ответ и объяснение практики 2

25% и 40%. Меняются сразу свет и водный режим. Нужны влажно-светло, влажно-темно, сухо-светло, сухо-темно; свет сравнивают отдельно внутри каждого водного режима. Больше открытых в сухом светлом варианте этой пары не опровергает первую серию, поскольку условия и набор растений другие.

Опора для обсуждения

Открытие обеспечивает газообмен, но увеличивает возможность потери воды. В засушливых условиях меньший просвет может ограничить потерю воды и одновременно поступление CO_2 . Нельзя по доле открытых устьиц без измерений утверждать скорость фотосинтеза или испарения. За обоснование принимают функцию, число из таблицы и границу вывода.

Ключ и критерии индивидуальной работы

60% и 40%; разность 20 п.п. Постоянным может быть вид, поверхность листа или время учёта. Недоказано, что первое растение испаряло ровно в 1,5 раза больше воды: доля открытых устьиц не равна потоку воды. Принимается другое конкретное ограничение.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Физиологические особенности растений разных мест обитания	Сравнить доли в двух водных режимах	Таблица долей и ограниченный вывод
Микропрепараты и биологический рисунок	Найти щель и замыкающие клетки на готовом снимке	Подписанные наблюдения без выдуманной шкалы

Опора - раздел «Ботаника» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Подробный сценарий, распределение времени и учебные числовые серии - методическая разработка. Предоставленные данные не выдаются за опыт, проведённый авторами или этим классом.

Исходная программа

Источники и права на изображения

OpenStax: транспорт воды и регуляция устьиц

KuriPop: оригинальная микрофотография

Лицензия фотографии CC BY-SA 3.0

Источники проверены 16.10.2026. Числовые наборы - учебные данные, не результаты проведённых авторами опытов. Схемы и графики подготовлены порталом «Школы России». Для микрофотографии отдельно указаны автор и лицензия. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати



Настоящие микрофотографии устьиц *Arabidopsis*: сверху щель открыта, снизу закрыта. Автор KuriPop, 26.06.2008, CC BY-SA 3.0. Оригинал без изменений; на верхнем кадре показана шкала 10 мкм. Её нельзя автоматически переносить на нижний кадр. Это иллюстрация строения, не снимки учебной серии А/Б.