



Урок 8. Углекислый газ и фотосинтез

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 8 из 64 · 45 минут · Эксперименты по биологии: сравнение серий

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - расчёты по опорам; 9 класс - самостоятельная оценка контроля и ограничений.

Вся программа курса

Изменение газообмена зависит от сочетания условий. Сравним доступность CO₂ при слабом и сильном свете.

Проверяемый результат:

Сравнить влияние доступности CO₂ при двух уровнях света и отделить эффект фактора от эффекта способа его изменения.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Сформулировать исследовательский вопрос

В одну ёмкость с растением добавили гидрокарбонат, в другую нет. Пузырьков стало больше. В чате написали: «Мы доказали: любая добавка ускоряет рост». За минуту отделите измеренное от предположенного. За две минуты в паре назовите, что могло измениться в растворе помимо доступности углекислого газа. За две минуты сформулируйте более точный вопрос о фотосинтезе.

На занятии растворы не готовят. Вместо этого анализируют данные и проверяют достаточность контроля.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Выбрать понятия и способ проверки

Углекислый газ - источник углерода для синтеза органических веществ при фотосинтезе. Свет обеспечивает энергию. Если света мало, повышение доступности CO₂ может дать меньший прирост, чем при достаточном свете. Такое совместное влияние не означает, что один фактор заменяет другой.

Выходной показатель зависит от способа измерения. Здесь датчик определяет изменение концентрации растворённого кислорода за 10 минут. Это результирующий показатель при одновременных фотосинтезе и дыхании. Он не равен приросту массы растения за десять минут.

Разобранный пример: концентрация O₂ выросла с 7,0 до 7,8 мг/л. Изменение $7,8 - 7,0 = 0,8$ мг/л за 10 мин; средний темп изменения 0,08 мг/(л·мин). Чтобы говорить о количестве кислорода в миллиграммах, дополнительно нужен объём воды и учёт обмена газом со средой.

Четыре минуты - понятия, три - пример, две - вопрос: почему один и тот же раствор не гарантирует одинаковую доступность газа при разных условиях?

03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Исследовать первую серию

Учебная имитация. Объём воды, температура 22 °C, масса и вид растения, исходный O₂ и закрытая измерительная камера одинаковы. Контроль pH выполнен. Низкая и высокая доступность CO₂ - два условных режима; численные концентрации CO₂ не заданы. Каждая тройка относится к независимым образцам. Измерено увеличение O₂ за 10 минут.



Свет	Доступность CO ₂	Три результата, мг/л
Слабый	Низкая	0,18; 0,20; 0,22
Слабый	Высокая	0,23; 0,25; 0,27
Сильный	Низкая	0,38; 0,40; 0,42
Сильный	Высокая	0,88; 0,90; 0,92

2 минуты: выпишите неизменные условия. 4 минуты: найдите четыре средних и прибавку от повышения доступности CO₂ при каждом свете. 3 минуты: нарисуйте две линии по двум уровням доступности газа. 2 минуты: сформулируйте, при каком свете эффект сильнее, с опорой на числа. Критерии: четыре средних, две разности и вывод, не подменяющий O₂ ростом.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Школьная группа не удерживала pH и получила таблицу ниже. Числа учебные. Измерялась та же величина, но условия отличаются от первой практики.

Сосуд	Добавка	pH	Рост O ₂ за 10 мин, мг/л
А	Нет	7,0	0,40
Б	Есть	8,2	0,90

За 2 минуты назовите смешанные изменения. За 3 минуты спланируйте сравнение, в котором pH одинаков, и дополнительную проверку влияния pH. За 3 минуты сформулируйте осторожный вывод по имеющимся двум сосудам. Не предлагайте детям самостоятельно подбирать кислоты или щёлочи.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Обосновать границы вывода

За 2 минуты выберите, какую гипотезу лучше проверить следующей: «при слабом свете ограничивает свет» или «добавка всегда полезна». За 3 минуты предложите действие, которое может опровергнуть выбранную гипотезу. За 2 минуты сравните объяснения. Ожидаемый вывод: зависимость от CO₂ проверяется при известных и сопоставимых условиях; отсутствие большого эффекта в одном режиме не доказывает ненужность газа.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Ответить самостоятельно

В новой серии при одинаковом свете и pH три прироста O₂ в режиме А: 0,3; 0,4; 0,5 мг/л, в Б: 0,7; 0,8; 0,9. За 3 минуты найдите средние, разность и укажите, какой вывод о росте растения пока делать нельзя. Минута - проверка, минута - исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

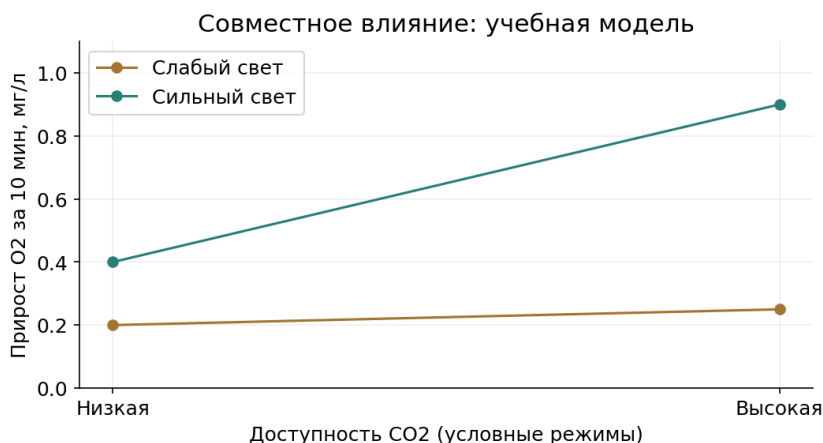
Таблицы, калькулятор, цветные карандаши для двух линий графика. Регистрация и живой опыт не нужны. Предпосылки: фотосинтез, среднее, контрольная группа; можно использовать понятия предыдущего урока.

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

Материалы включены полностью. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или покажите таблицы на экране; ответы открывайте после попытки. Минуты включают чтение, запись и переходы. В 8 классе выдайте формулу из примера и начните первую строку вместе; в 9 классе попросите выбрать формулу самостоятельно и дополнить вывод альтернативным объяснением. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: повторить пример; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение товарищу. Оценка служит обратной связью.

Разбор практики 1 и критерии

Средние 0,20; 0,25; 0,40; 0,90 мг/л за 10 минут. При слабом свете прибавка 0,05; при сильном 0,50 мг/л. Во второй серии прибавка в 10 раз больше. Вывод относится к этой модели и выбранным режимам. Нельзя заключить, что рост массы ускорился в 10 раз. По двум уровням не строят универсальную кривую зависимости от концентрации CO₂.



Соединяющие отрезки помогают сравнить два режима и не задают непрерывную зависимость.



Ответ и объяснение практики 2

Добавка изменила доступность углерода и pH; возможны и другие изменения раствора. Разницу 0,50 мг/л нельзя приписать только CO₂. В учебном проекте используют подготовленные специалистом режимы с одинаковым pH и разным CO₂, а влияние pH проверяют отдельной серией при одинаковом CO₂. Данные показывают связь результата с совокупностью условий, но не выделяют единственную причину. Школьники работают с готовой таблицей.

Опора для обсуждения

Принимайте разные формулировки, если ученик ссылается на конкретные данные, отличает предположение от наблюдения и предлагает проверяемую альтернативу. Возвращайте вопрос: «Какая строка таблицы или деталь изображения это подтверждает?» Итог записывается одним предложением с указанием условий. Не превращайте осторожный вывод в отсутствие вывода вообще.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Средние 0,4 и 0,8 мг/л за 10 минут, разность 0,4 мг/л. Нельзя по краткому изменению растворённого O₂ утверждать удвоение массы или урожая. Четыре балла: два средних, разность, содержательное ограничение.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Влияние углекислого газа на фотосинтез	Сравнивает две серии при разных уровнях света	Средние и разности
Управление условиями эксперимента	Выделяет pH как смешивающий фактор	Схема дополнительного контроля

Опора - раздел «Эксперименты по биологии» опубликованной программы на 64 часа. Опасные или инвазивные манипуляции заменены анализом данных и моделями без потери исследовательской функции задания. Сценарий, распределение времени и численные учебные серии - авторская методическая разработка.

[Исходная программа курса](#)

Источники и права на изображения

[OpenStax Biology 2e. Using Light Energy to Make Organic Molecules](#)

[1938. Limiting factors in photosynthesis](#)

Числовые наборы во всех заданиях - учебные имитации, а не результаты проведённых авторами опытов. Проверка источников: 15.10.2026. Оригинальные схемы и графики подготовлены для этого урока порталом «Школы России»; не являются фотографиями. Для микрофотографии отдельно указаны автор, источник и лицензия. В PDF ответы и учительские примечания вынесены в отдельную часть.