



# Урок 21. Устьица, транспирация и газообмен

## Часть 1. Материалы ученика

Практическая биология · 7 класс

Урок 21 из 34 · 45 минут · Модуль «Строение и жизнедеятельность семенных растений»

Уровень: начинающий исследователь.

Программа: <https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-7-klass-programma>

Через открытые устьица лист получает углекислый газ, но теряет воду. Почему закрыть все устьица навсегда — не универсальное решение?

Результат урока: Связать строение устьица с газообменом и сравнить потерю воды, учитывая время и площадь листьев.

### 01. Проблемная ситуация

0–5 минут. На схеме отметьте путь  $\text{CO}_2$  внутрь и водяного пара наружу. За минуту предложите пользу закрытия щели, за две найдите цену такого решения, за две сформулируйте проблему баланса.

### 02. Понятия и разобранный пример

5–14 минут: 4 минуты на понятия, 3 на пример, 2 на объяснение способа партнёру.

#### Щель, замыкающие клетки и мезофилл

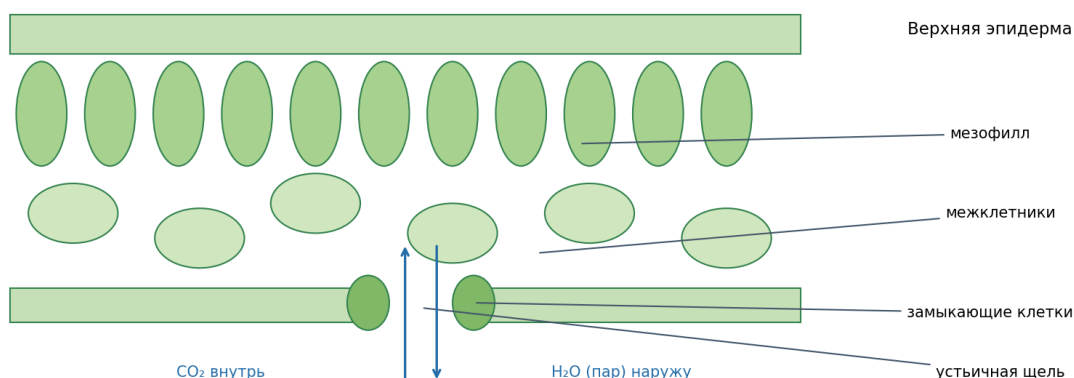
Устьице — регулируемая пора эпидермы, окружённая замыкающими клетками. Изменение состояния этих клеток меняет ширину щели. Через неё идёт газообмен и выходит водяной пар. Транспирация — потеря воды растением в виде пара; большая часть испарения листа часто связана с устьицами, но не только с ними.

Под эпидермой находится мезофилл. Межклетники связывают внутренние поверхности клеток с устьичной щелью. В типичном листе столбчатые клетки богаты хлоропластами, губчатая ткань содержит заметные межклетники. Расположение устьиц различается у растений: нельзя считать, что они всегда только снизу.

При сравнении потери воды контролируют площадь листьев, время, влажность, температуру, движение воздуха и испарение из сосуда. На уроке рассматриваем готовые серии. Для равного времени удельная потеря = потеря массы воды / площадь листьев. Показатель в  $\text{г/см}^2$  не равен доле открытых устьиц.

Работайте по подписям и масштабу; рисунки условные и не заменяют запись реального наблюдения.

За 1 час образец потерял 0,6 г при площади  $100 \text{ см}^2$ :  $0,6/100 = 0,006 \text{ г/см}^2$  за час. Другой потерял 0,9 г при  $150 \text{ см}^2$ : тоже 0,006. Большая общая потеря не означает более интенсивную потерю с единицы площади.



Условный разрез листа: эпидерма, мезофилл с межклетниками, замыкающие клетки и устьичная щель. Стрелки показывают  $\text{CO}_2$  внутрь и водяной пар наружу при фотосинтезе.



### 03. Практика 1. Проверяем материал

#### Приводим данные к общей площади

14–25 минут. Потери от испарения из сосуда уже исключены. Температура и влажность одинаковы. Это готовые учебные данные, растения в классе не обезвоживаем.

| Образец | Учебные данные за 1 час                           |
|---------|---------------------------------------------------|
| А       | Площадь 80 см <sup>2</sup> ; потеря воды 0,48 г.  |
| Б       | Площадь 120 см <sup>2</sup> ; потеря воды 0,72 г. |
| В       | Площадь 100 см <sup>2</sup> ; потеря воды 0,90 г. |

2 минуты — запишите единицы; 4 — рассчитайте потерю на 1 см<sup>2</sup> за час для А/Б/В; 3 — сравните, какой образец отличается; 2 — объясните, почему общих граммов недостаточно. Форма: три расчёта и вывод. Пять критериев.

### 04. Практика 2. Перенос способа

#### Отделяем влияние ветра

25–33 минуты. Два одинаковых модельных побега площадью 100 см<sup>2</sup> за час потеряли 0,50 г в неподвижном воздухе и 0,80 г при обдуве. Температура, влажность, освещение одинаковы, сосуды герметично закрыты вокруг стебля. За 2 минуты вычислите разность, за 4 отношение и возможное объяснение, за 2 назовите ограничение одного сравнения.

### 05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. «Закрытие устьиц приносит только пользу». За 2 минуты назовите выигрыш, за 3 укажите потерю с опорой на стрелки, за 2 сформулируйте компромисс.

### 06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. За 1 час лист площадью 50 см<sup>2</sup> потерял 0,40 г воды. Рассчитайте удельную потерю, назовите клетки, регулирующие щель, и объясните одну цену её закрытия. Три балла.



## Часть 2. Ответы и материалы учителя

### Практика 1: разбор и критерии

А:  $0,48/80 = 0,006$ ; Б:  $0,72/120 = 0,006$ ; В:  $0,90/100 = 0,009$  г/см<sup>2</sup> за час. В выше А и Б в 1,5 раза. Площадь А/Б разная, удельные показатели равны. Пять баллов: три расчёта с единицами, сравнение, объяснение.

### Практика 2: разбор и критерии

Разность 0,30 г за час; отношение  $0,80/0,50 = 1,6$ . Обдув удаляет влажный пограничный слой воздуха и может усиливать испарение. Одной пары недостаточно для универсального вывода: нужны повторности. Три балла: расчёты, объяснение, ограничение.

### Обсуждение: возможный вывод

Закрытие уменьшает потерю воды, но ограничивает поступление CO<sub>2</sub>, что может снизить фотосинтез. Регуляция зависит от условий; «всегда открыто» и «всегда закрыто» не универсальные оптимумы.

### Индивидуальная проверка: ответ и критерии

0,008 г/см<sup>2</sup> за час; замыкающие клетки; уменьшается поступление CO<sub>2</sub> и может ограничиваться фотосинтез. По баллу за пункт.

### Учителю: подготовка и план на 45 минут

Распечатки схем и таблиц урока, тетрадь, карандаш, линейка. Все карточки, данные и ответы включены. Работа по готовым схемам и учебным данным. Сбор растений, выращивание неизвестных проб, разрезание объектов, нагрев и реактивы не требуются. Интернет, регистрация и аккаунты детям не нужны.

Уровень — начинающий исследователь, 7 класс. Предпосылки: эпидерма, клетка, испарение, площадь. В паре один описывает, второй проверяет, затем меняются. Все изображения и числовые серии учебные; работу по ним не выдавать за проведённый опыт. Подготовка и печать выполняются до урока; разборы открываются после самостоятельной попытки. При затруднении учитель разбирает первую строку вместе с классом, остальные учащиеся выполняют самостоятельно.

| Минуты | Работа                  | Результат                  |
|--------|-------------------------|----------------------------|
| 0–5    | Проблема                | Вопрос и первое решение    |
| 5–14   | Понятия и пример        | Способ проверки            |
| 14–25  | Практика 1              | Готовый продукт и проверка |
| 25–33  | Практика 2              | Перенос способа            |
| 33–40  | Обсуждение              | Аргумент и ограничение     |
| 40–45  | Индивидуальная проверка | Самостоятельный ответ      |



## 07. Соответствие исходной программе

| Пункт программы                                                            | Действие ученика                                           | Проверяемый результат                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лист: мезофилл, устьица, транспирация и газообмен, влияние внешних условий | Чтение разреза листа и нормирование потери воды по площади | Связать строение устьица с газообменом и сравнить потерю воды, учитывая время и площадь листьев. |
| Обработка и интерпретация результатов                                      | Индивидуальная работа с новой карточкой                    | Ответ опирается на признаки и данные, границы вывода названы                                     |

## Источники и права на изображения

Исходная программа курса

<https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-7-klass-programma>

OpenStax: транспирация и перенос воды

<https://openstax.org/books/biology-2e/pages/30-5-transport-of-water-and-solutes-in-plants>

Тексты, задания, учебные данные и схемы разработаны для портала «Школы России». Числовые серии — учебные модели, не результаты проведённых классом опытов. Схемы авторские, не копии микрофотографий; сторонние изображения не используются. Фактические сведения сверены по указанным источникам 19.10.2026. Материалы полностью даны, переход по внешним ссылкам ученику не требуется.