

Место для баллов:

Код:

КАБИНЕТ № 1
ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ
(30 баллов)

Продолжительность выполнения задания – 1 час 30 минут (90 минут).

ЗАДАНИЕ 1

Определение интенсивности процессов фотосинтеза и дыхания
(15 баллов)

Одним из основных количественных показателей фотосинтетической деятельности растений служит интенсивность фотосинтеза. Наиболее часто используемым методом оценки суммарной интенсивности процесса фотосинтеза является определение газообмена, основанное на учете количества поглощенного углекислого газа с помощью газометрического метода. Интенсивность дыхания представляет собой количество поглощаемого кислорода или выделяемого углекислого газа за единицу времени единицей массы дышащего объекта, в связи с чем она также может быть определена с использованием данного метода.

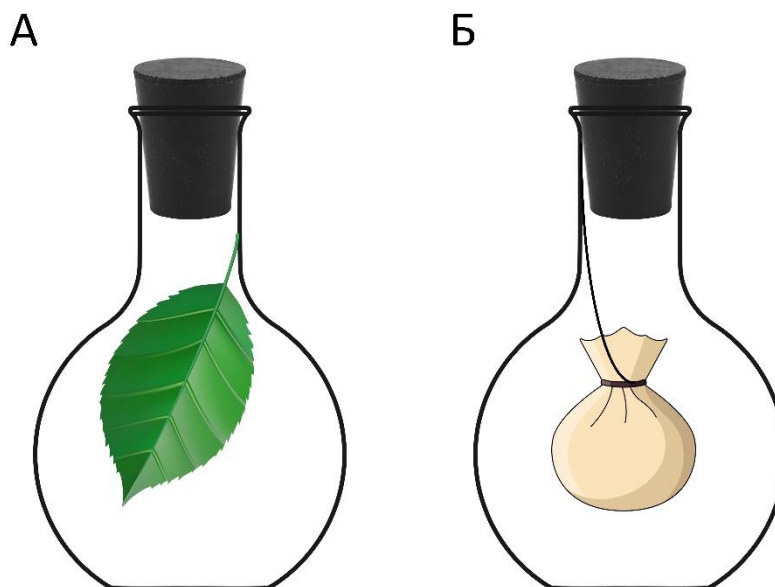
Перед исследователями была поставлена задача проанализировать интенсивность протекания важнейших физиологических процессов высших растений – фотосинтеза и дыхания. В качестве объектов исследования выступали листья 3 различных растений и их прорастающие семена. Все исследования проводились в 3-кратной повторности.

Схема эксперимента. Для определения интенсивности фотосинтеза в плоскодонные колбы одинакового объема помещались свежесрезанные листья анализируемых растений, закрепленные при помощи нити за горлышко колбы. Все колбы с листьями герметично закрывались и помещались на свет на 30 минут для протекания газообмена. Внешний вид установки продемонстрирован на *рисунке 1А*.

При определении интенсивности дыхания в аналогичные колбы помещали мешочки из марлевого отреза, внутри которых находилось по 10 грамм прорастающих семян. Колбы также плотно закрывались и оставлялись на 30 минут (*рисунок 1Б*).

Для дальнейшего вычисления количества углекислого газа, поглощенного в ходе фотосинтеза и выделенного при дыхании, также устанавливались контрольные колбы без растений. При выполнении данной работы учитываем,

что исходно в одинаковых объемах воздуха (т.е. в сосудах одинаковой вместимости) содержится равное количество углекислого газа.



**Рисунок 1 – Схематическое изображение установки для определения:
А – интенсивности фотосинтеза; Б – интенсивности дыхания**

Через 30 минут растительный материал извлекался из сосудов и в каждую колбу быстро вносилось по 20 мл 0,1 н раствора гидроксида бария и по 2 капли раствора фенолфталеина (кислотно-основного индикатора). После всех манипуляций колбы снова плотно закрывались пробками и оставлялись еще на 20 минут при периодическом встряхивании.

По истечении 20 минут оставшийся в колбах гидроксид бария титровался 0,2 н раствором щавелевой кислоты. Титрование проводится до полного исчезновения розового окрашивания раствора. Полученные результаты эксперимента представлены в *таблице 1*.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

№ п/п	Объект исследования		Объем щавелевой кислоты, пошедший на титрование, мл		
			1	2	3
1	Лист	Растение 1	3,8	3,9	4,0
2		Растение 2	4,2	4,3	4,1
3		Растение 3	3,5	3,7	3,6
4	Семена	Растение 1	2,1	2,15	2,05
5		Растение 2	1,5	1,7	1,6
6		Растение 3	2,4	2,3	2,5
7	Контроль	Без растения	3,3	3,5	3,4

**Третий этап республиканской олимпиады по учебному предмету «Биология»
2025/2026 учебный год**

На основе полученных в эксперименте результатов рассчитайте интенсивность фотосинтеза и дыхания для каждого растения. Ответы, округленные до сотых, запишите в соответствующие ячейки *таблицы 2*. Площадь поверхности листьев рассчитывалась весовым методом, ее средние значения, необходимые для расчетов, указаны в таблице 2.

Информация для расчетов! Разность между объемом раствора щавелевой кислоты, пошедшей на титрование в контрольной и опытной колбах, дает количество мг CO_2 , выделенное или поглощенное за время опыта исследуемым растительным материалом. Для расчетов используйте средние значения объема щавелевой кислоты, пошедшей на титрование. При подсчете интенсивности изучаемых процессов учитывайте, что 1 мл гидроксида бария может поглотить 2,2 мг CO_2 , в связи с чем внесенный в эксперименте объем щелочи также является важной для расчета величиной.

Расчеты. Напишите формулы, по которым вы будете рассчитывать интенсивность фотосинтеза и дыхания. (1 балл)

$$\text{Интенсивность фотосинтеза} = I = \frac{2,2 \times (b - a) \times V}{S \times t}$$

$$\text{Интенсивность дыхания} = I = \frac{2,2 \times (a - b) \times V}{m \times t}$$

Используйте следующие обозначения:

a – количество щавелевой кислоты, пошедшей на титрование содержимого контрольной колбы, мл;

b – количество щавелевой кислоты, пошедшей на титрование содержимого опытной колбы, мл;

V – объем гидроксида бария в колбе, мл;

m – масса навески, г; S – площадь листовой поверхности, м^2 ;

t – продолжительность газообмена, ч;

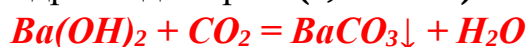
2,2 – количество мг CO_2 , титруемое 1 мл 0,1 н щавелевой кислоты.

Таблица 2 (9 баллов)

№ п/п	Объект исследования	Средняя площадь листа, см^2	Интенсивность фотосинтеза, $\text{мг CO}_2 / (\text{м}^2 \times \text{ч})$	Интенсивность дыхания, $\text{мг CO}_2 / (\text{г} \times \text{ч})$
1	Растение 1	80	5500	11,44
2	Растение 2	100	7040	15,84
3	Растение 3	110	1600	8,8

Проанализируйте полученные результаты, ответив на представленные ниже вопросы.

1. Запишите химическую реакцию, протекающую в колбах после добавления гидроксида бария. (0,5 балла)



2. С какой целью в ходе эксперимента было необходимо периодически перемешивать колбу с гидроксидом бария? (0,5 балла)

Чтобы разрушить пленку BaCO_3 , препятствующую полноте поглощения CO_2 , для увеличения интенсивности поглощения углекислого газа

3. В каких частях растительной клетки происходят наблюдаемые процессы поглощения углекислого газа и его выделения? (1 балл)

Поглощение CO_2 – в строме хлоропластов

Выделение CO_2 – в матриксе митохондрий

4. Перечислите, какие материалы понадобятся для определения площади листа весовым методом (кроме самого листа), и кратко напишите, как бы вы измеряли площадь листа используя указанные вами материалы. (1 балл)

Материалы: Весы; материал (например, бумага) известной площади; линейка; такой же материал, размером не меньше размера листа; ножницы; карандаш.

Методика: Обвести лист на бумаге, вырезать по форме, взвесить.

Взвесить бумагу известной площади.

Определить площадь листа по пропорции.

5. Какое из протестированных растений с высокой вероятностью обладает САМ-метаболизмом? Почему? (1 балл)

Растение 3

Интенсивность фотосинтеза у САМ-растений ниже, чем у растений с С3- и С4-метаболизмами

6. На каких этапах дыхания происходит выделение углекислого газа? (0,5 балла)

Цикл Кребса / цикл трикарбоновых кислот (изоцитрат $\rightarrow$ сукцинил-СоА)

+ при окислительном декарбоксилировании пирувата до ацетил-СоА

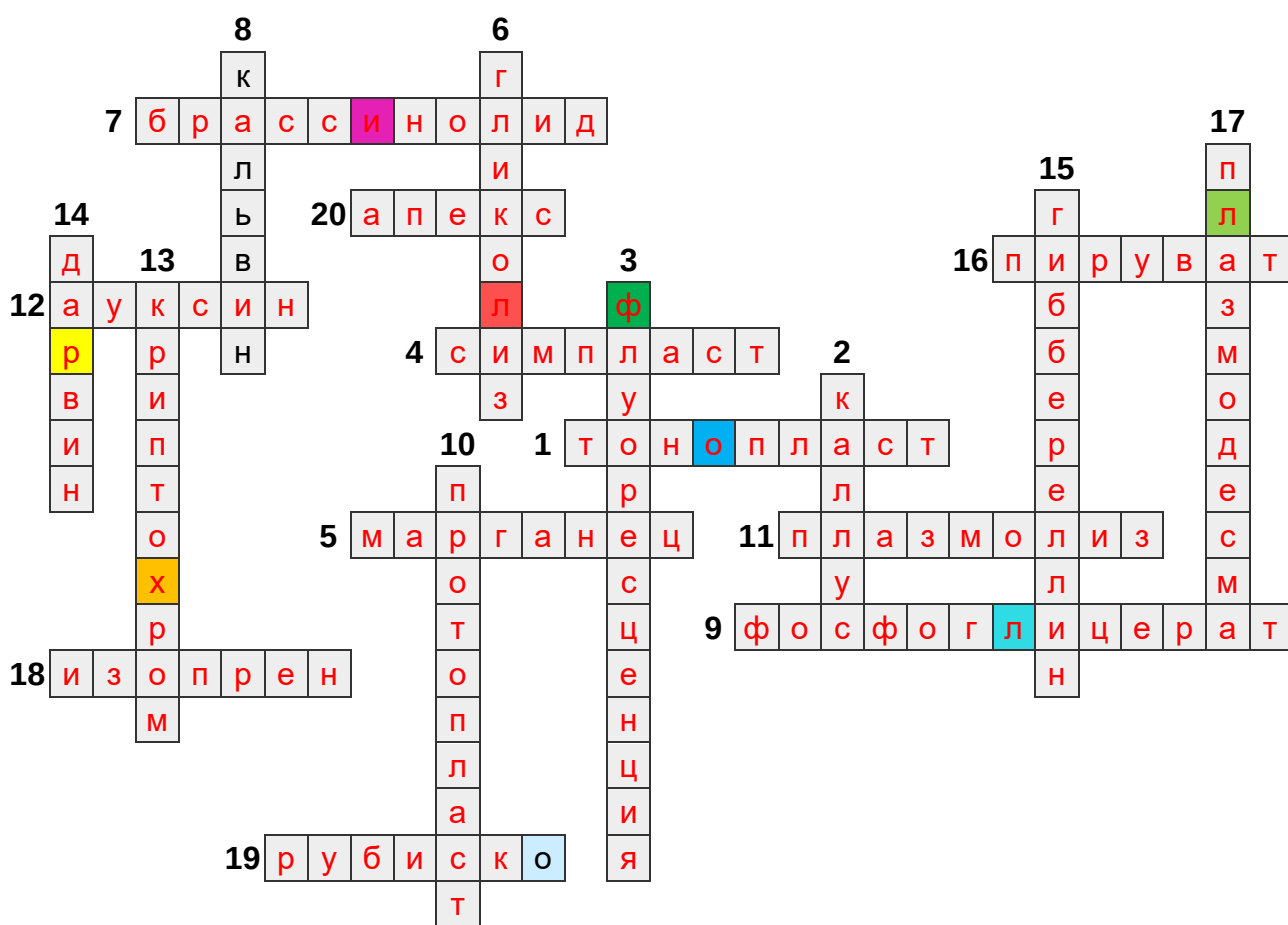
7. В результате какой реакции выделяется кислород в процессе фотосинтеза? (0,5 балла)

Фотолиз воды / фотоокисление воды

ЗАДАНИЕ 2

Кроссворд по физиологии и биохимии растений (15 баллов)

Решите кроссворд, ответив на предложенные ниже вопросы по физиологии и биохимии растений. Все ответы записывайте в именительном падеже и единственном числе (10 баллов: по 0,5 балла за ответ). Из букв, расположенных в цветных ячейках, составьте кодовое слово (0,5 балла).



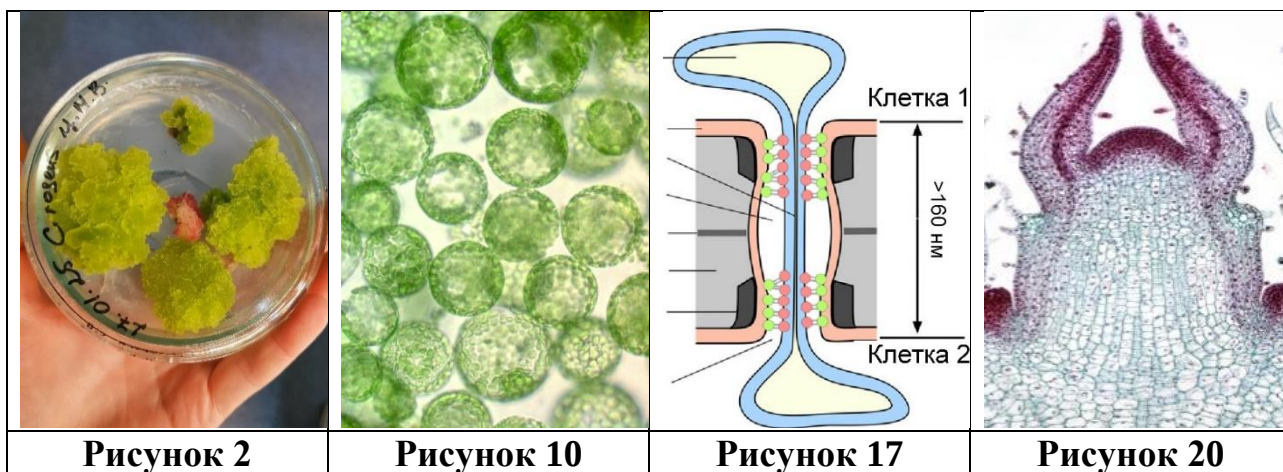
Кодовое слово:

х л о р о ф и л л

Вопросы по горизонтали:

1. Мембрана вакуоли.
4. Совокупность соединенных в единое цитоплазматическое целое растительных клеток.
5. Элемент, который принимает непосредственное участие в фотоокислении воды в водоразлагающем комплексе ЭТЦ.
7. Фитогормон, для открытия которого было собрано 40 кг пыльцы рапса.

9. Продукт первичной фиксации углекислого газа у большинства высших растений.
11. Явление потери тургора клетками, при котором наблюдается отделения плазмалеммы от клеточной стенки.
12. Класс растительных гормонов, для которого характерен полярный транспорт.
16. Конечный продукт расщепления глюкозы в ходе реакции гликолиза.
18. Из 8 остатков данного соединения состоят желто-окрашенные фотосинтетические пигменты растений.
19. Ключевой фермент темновой стадии фотосинтеза.
20. Часть побега, изображенная на рисунке (рис. 20).

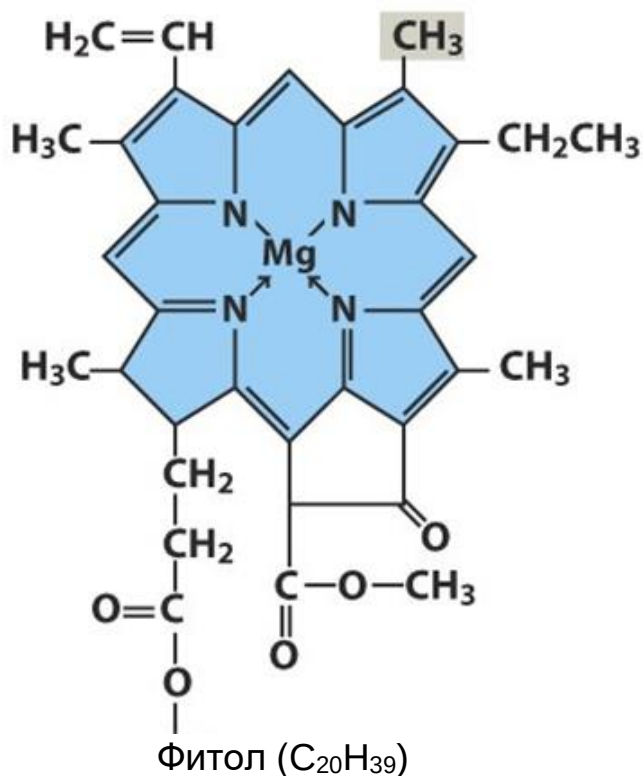


Вопросы по вертикали:

2. Название культуры недифференцированных растительных клеток (рис. 2).
3. Дезактивация возбужденного состояния хлорофилла посредством излучения света.
6. Один из этапов клеточного дыхания.
8. Ученый, получивший в 1961 г. Нобелевскую премию за установление последовательности реакций в цикле, названном в его честь.
10. При их слиянии получают соматические гибриды (рис. 10).
13. Фоторецептор, поглощающий синий свет.
14. Фамилия ученого, эксперименты по фототропизму которого легли в основу открытия основного ростостимулирующего гормона.
15. Фитогормон, запускающий прорастание семян, а также вызывающий активацию интеркалярных меристем.
17. Структура растительной клетки, схематическое изображение которой представлено на рисунке (рис. 17).

Нарисуйте объект, название которого у вас получилось в кодовом слове
(4,5 балла).

Место для рисунка



По 0,5 балла за компонент: 4 пиррольных кольца, метиновые мостики, циклопентановое кольцо с кетогруппой, магний, 1 карбоксил, 2 карбоксил, фитольный хвост, CH₃- или CHO-группа во II пиррольном кольце, остальные боковые цепи. Рисовать весь фитольный хвост не обязательно.