## Фотосинтез и дыхание растений

Железова Светлана Дмитриевна, Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

#### Вопросы

- К какому типу обмена веществ относится фотосинтез? А дыхание?
- Сформулируйте определение фотосинтеза
- Зачем растения занимаются фотосинтезом? А дыханием?
- Кому присущ фотосинтез?
- Что необходимо, чтобы фотосинтез прошёл?

#### Фотосинтез

- Процесс образования органических веществ (глюкозы) из воды и углекислого газа в хлоропластах на свету



$$CO_2+H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6+O_2$$

### Виды фотосинтеза

- Хлорофилльный
- Бесхлорофилльный

- Оксигенный
- Аноксигенный

• С разными типами фиксации СО,

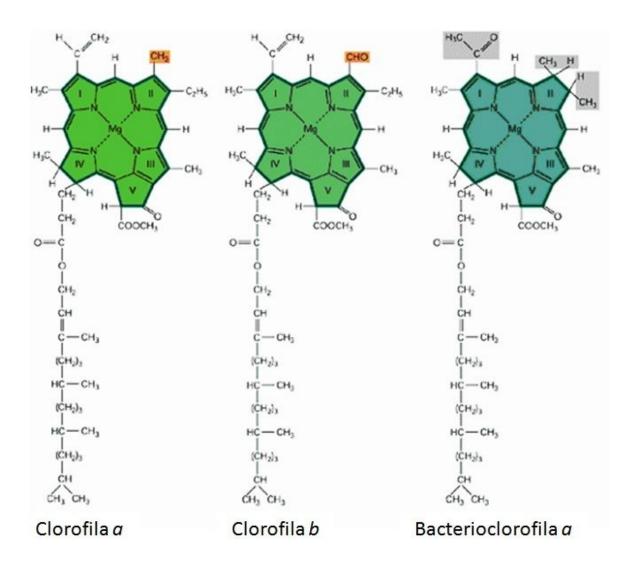
#### Пигменты

В 1967 г учёные смогли установить структуру хлорофилла а.

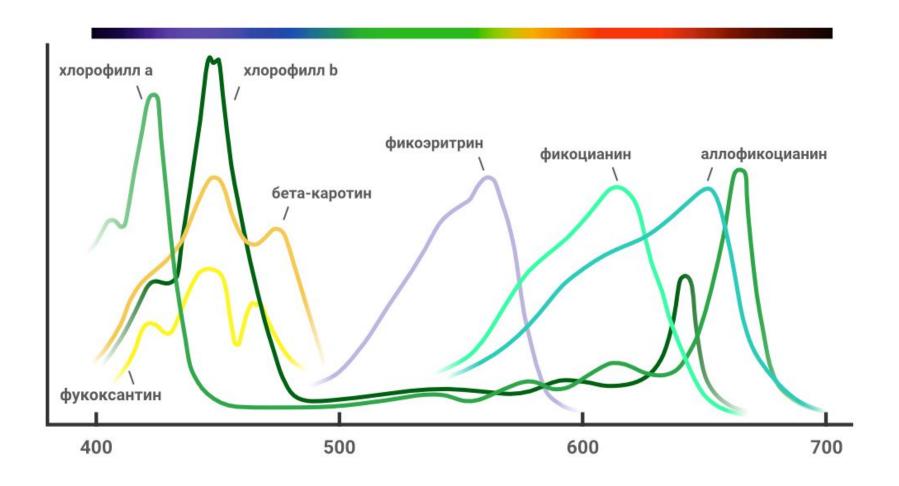
#### Сколько видов хлорофилла бывает?

	<u>Хл. а</u>	<u>Хл. <i>b</i></u>	<u>Хл. с1</u>	<u>Хл. с2</u>	<u>Хл. <i>d</i></u>	<u>Хл. <i>f</i></u>
Формула	$C_{55}H_{72}O$ $_5N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_{6}N$ <sub>4</sub> Mg	$C_{35}H_{30}O_5$ $N_4Mg$	$C_{35}H_{28}O_5$ $N_4Mg$	$C_{54}H_{70}O_6$ $N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_6$ $N_4Mg$
Где?	Везде	Большинс тво наземных растений	Нек-ые водорос ли	Нек-ые водорос ли	Цианоба ктерии	Цианоба ктерии

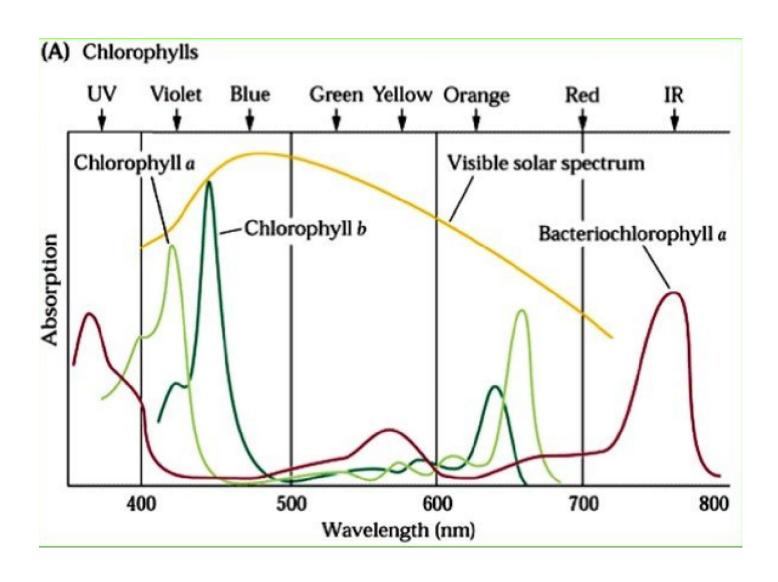
### Формула пигментов



#### Спектры поглощения

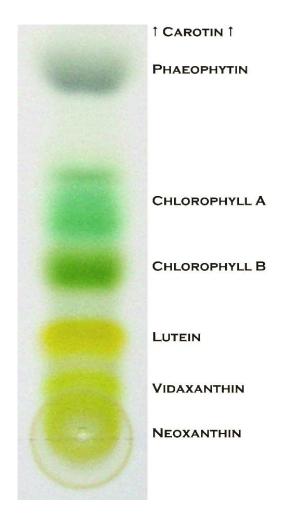


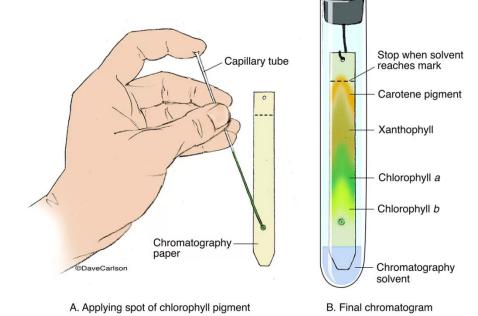
#### Сравним с бактериохлорофиллом



Хроматографи

Я





- Метод разделения пигментов или аминокислот из смеси
- Вещества движутся по абсорбенту с разной скоростью



## Ах они паразиты!

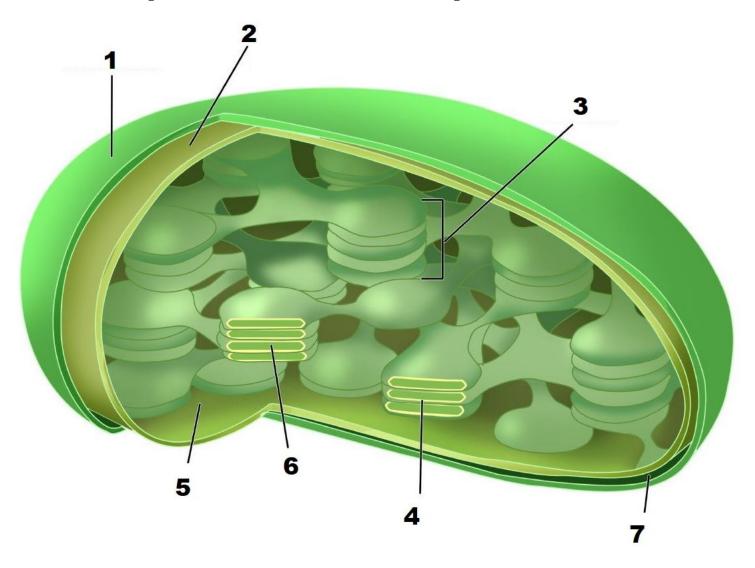


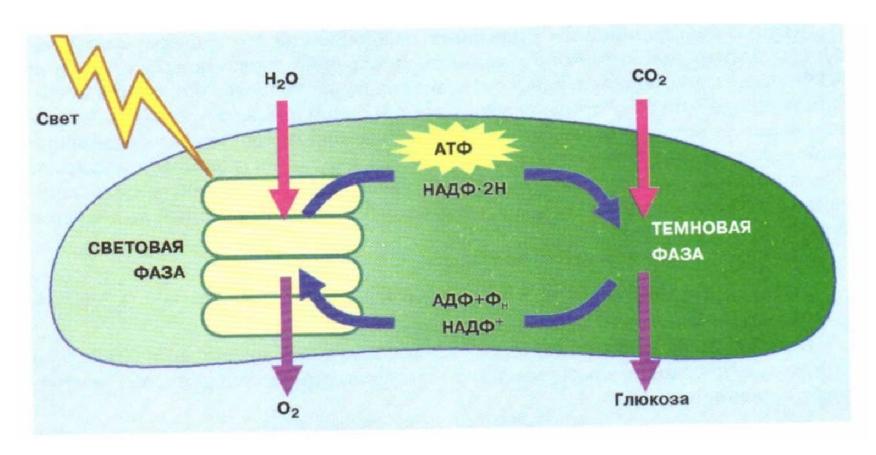


#### Фазы фотосинтеза

- Световая идёт на свету при определённой температуре
- Темновая не зависит от света. НО!
   Зависит от продуктов световой фазы.
   Поэтому ночью идёт не долго (по времени). И может идти днём, при свете.

#### Строение хлоропласта





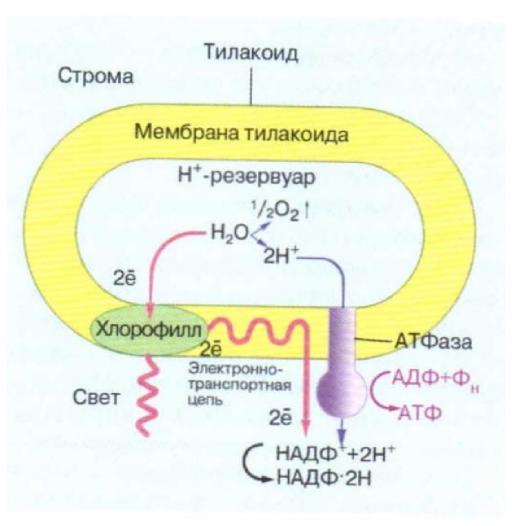
Здесь и далее- иллюстрации из учебника Петросовой для 10 класса, «Мнемозина», 2010

#### Световая фаза

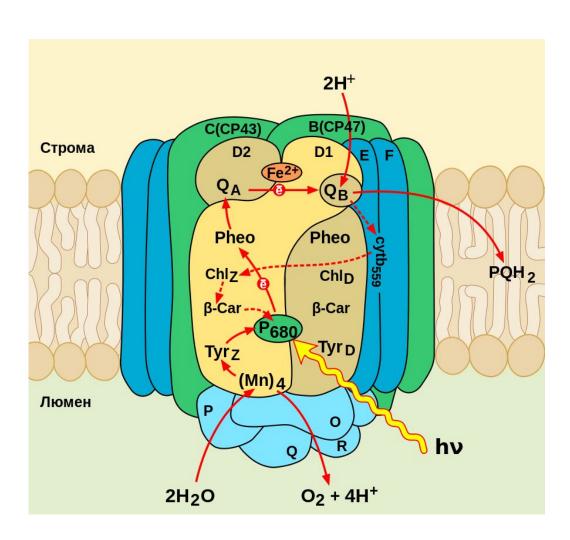
Где? – на мембранах тилакоидов Условия? – на свету

- Возбуждение молекул хлорофилла светом
- Передача электрона по цепи
- Фотолиз воды
- Образование кислорода
- Синтез АТФ
- Образование фермента НАДФ\*Н<sub>2</sub>

## Суммарная схема



#### Фотосистема II



- Комплекс из 20+ белков, которые передают электрон по цепи (ЭТЦ)

Есть у растений, водорослей и цианобактерий

Детально описана у цианобактерии в 2001 году

### Особенности фотосистемы II

- Функция: создание сильного окислителя (димер хлорофилла а), чтобы окислить воду (П<sub>680</sub> <sup>+</sup>)
- Запускает передачу электрона по цепи
- Фотолиз воды (выделение кислорода и создание протонного градиента для синтеза АТФ)
- Защита от активных форм кислорода
- Расположена на спаренных мембранах тилакоидов

## ЭТЦ

- Р680 Пара молекул хлорофилла с максимумом поглощения в 680нм
- Центр передаёт электрон феофитину
- Феофитин пластохинонам

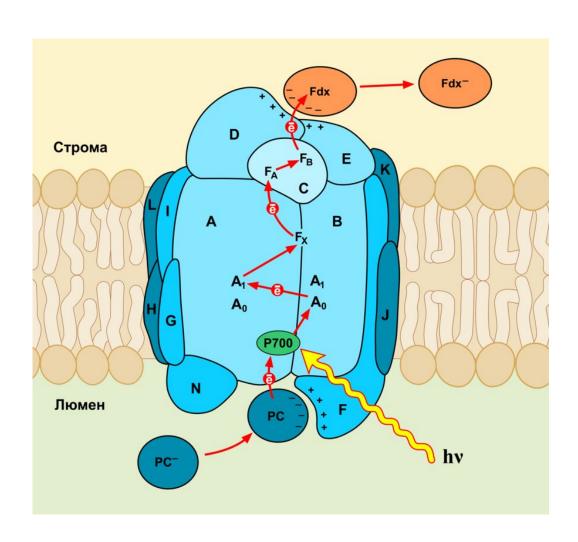
• Цитохром b восстанавливает окисленный Р680 (циклический транспорт электрона)

#### Оксигенный/аноксигенный

• Есть ли кислород?

Аноксигенный – у пурпурных бактерий и зелёных бактерий, а также архей. У них нет фотосистемы II, где должен происходить фотолиз воды.
 Фотосинтетический пигмент у таких организмов – бактериохлорофилл или бактериородопсин

#### Фотосистема І



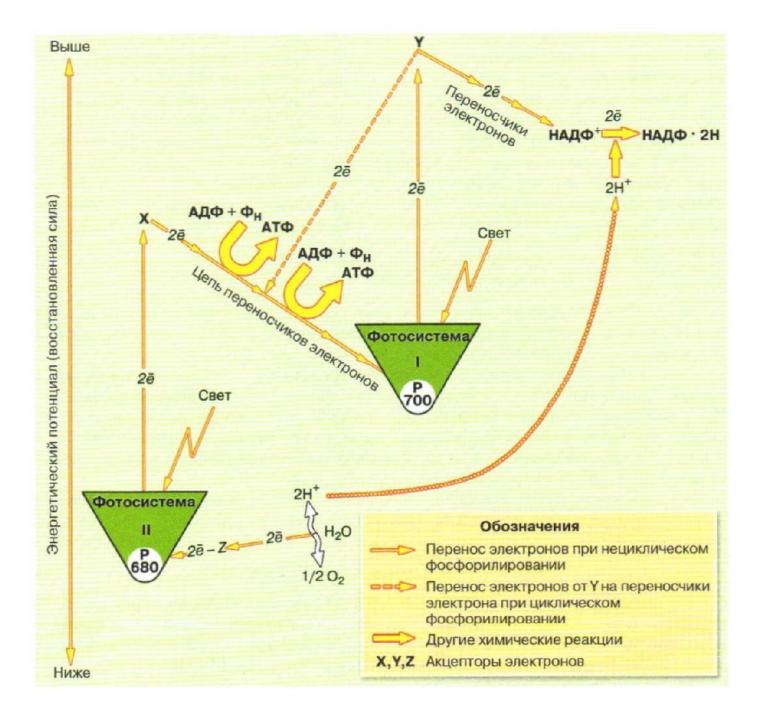
Второй функциональный комплекс ЭТЦ

Принимает электрон от пластоцианина

Создаёт сильный восстановитель Р700, который восстаналивает НАДФ+ до НАДФ\*Н<sub>3</sub>

### Особенности фотосистемы І

- Может дополнительно осуществлять циклический транспорт электронов, выполняя синтез АТФ
- 2 ветви электронного транспорта (быстро)
- Расположена равномерно по всем мембранам тилакоидов



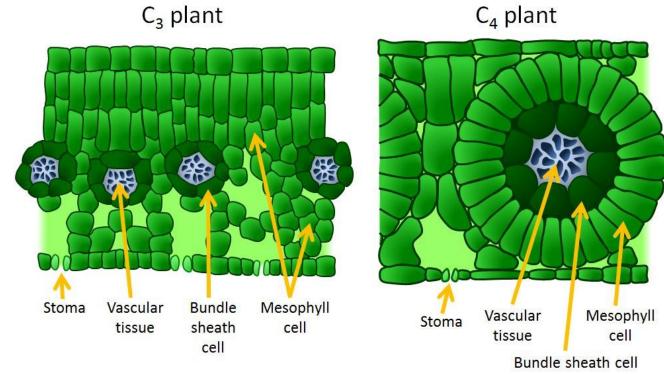
#### Темновая фаза

Где? – строма хлоропласта Условия? – не требуют энергии света

- Фиксация СО<sub>2</sub>
- Образование НАДФ+
- Всё АТФ тратится
- Образуется глюкоза

## Типы фиксации СО2

- С3 фиксируется из воздуха
- C4 ] из малата CAM - Ca plan

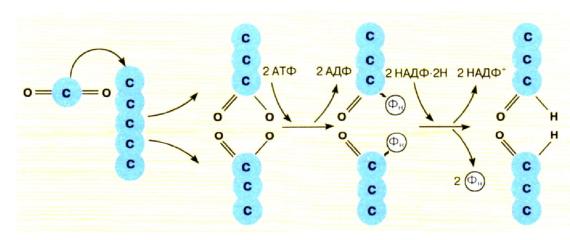


### Особенности С3 - растений

- Растут в районах с обилием грунтовых вод, умеренным солнечным излучением, умеренной температурой
- 95% массы растений Земли
- Теряют много воды при транспирации
- Изменяется соотношение CO<sub>2</sub>:O<sub>2</sub> усиливается фотодыхание
- Арабидопсис, рис, ячмень

#### Цикл Кальвина

- Восстановительный пентозофосфатный цикл
- = цикл Кальвина-Бенсона
- цикл Кальвина-Бенсона- Бассама





#### Целый Ананас И Кусочек Суфле Сегодня Фактически Мой Обед,



#### Мнемонические правила

**Щук**у **ацетил лимон**ил, Но нар**цис**с**а кон**ь боялся,

Он над ним изолимонно Альфа-кетоглутарался. Сукцинился коэнзимом, Янтарился фумарово, Яблочек припас на зиму, Обернулся щукой снова. **ЩУК**а съела **ацетат**, получается **цитрат** через **цис-аконитат** будет он **изоцитрат** водороды отдав <u>НАД</u>, он теряет <u>СО2</u> этому безмерно рад **альфа- кетоглутарат** 

окисление грядет — <u>НАД</u> похитил водород

ТДФ, коэнзимА забирают СО2

а энергия едва в **сукциниле** появилась сразу <u>ГТФ</u> родилась и остался **сукцинат** вот добрался он до <u>ФАД</u>а — водороды тому надо

фумарат воды напился, и в малат он превратился

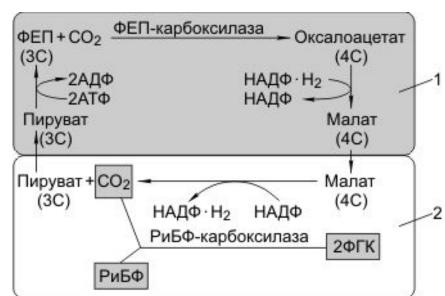
тут к **малату** <u>НАД</u> пришел, водороды приобрел

**ЩУК**а снова объявилась и тихонько затаилась

Караулить ацетат...

#### С4 фотосинтез

- Первые продукты четырёхуглеродные соединения
- Путь фиксации CO<sub>2</sub> назван путём Хэтча-Слэка
- Все проводящие пучки листа окружены двойным слоем клеток: наружный клетки мезофилла, внутренний клетки обкладки.



### Особенности С4 растений

- Способны расти в более засушливых местообитаниях, при высоких температурах, в условиях засоления и недостатка СО<sub>2</sub>
- Эффективнее поглощают СО,
- Необходим высокий уровень инсоляции и больше АТФ для фиксации углерода
- Тропические злаки (сахарный тростник)

## САМ- фотосинтез

- Свойственнен для Толстянковых
- Растут в районах с засушливым климатом
- Ночью устьица открыты

## Что влияет на фотосинтез?

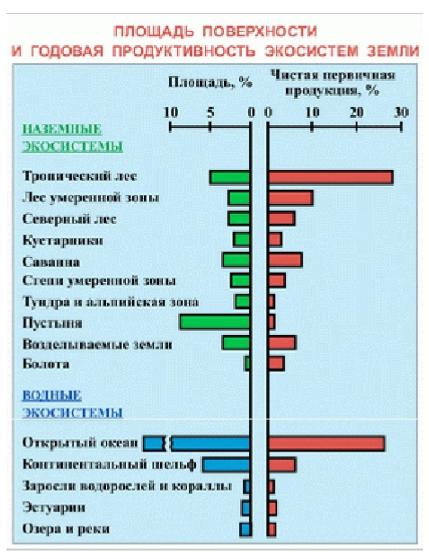


### Значение фотосинтеза

• Или космическая роль растений

- Появление аэробного дыхания
- Поглощение энергии солнца и перевод её сначала в энергию химических связей в АТФ, а затем в связи внутри глюкозы и других органических веществ
- Первичная продукция экосистем
- Появление озонового экрана (защита от УФ)
- Выход организмов на сушу

#### Продуктивность экосистем

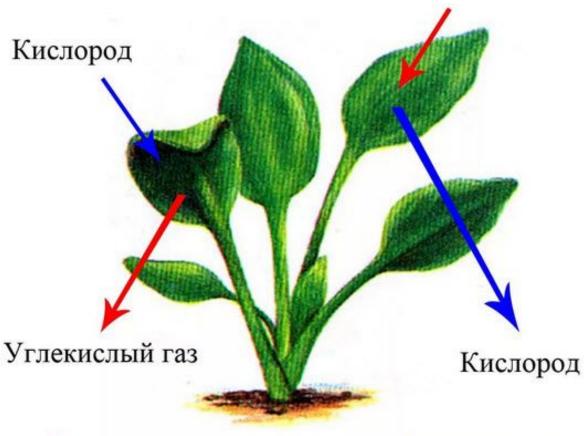


## Дыхание у растений

- Процесс получения энергии
- Есть у всех растений

- Когда он идёт? (Ночью/на свету)
- Дышат ли семена растений?

#### Углекислый газ



Дыхание

Фотосинтез

Энергетический обмен

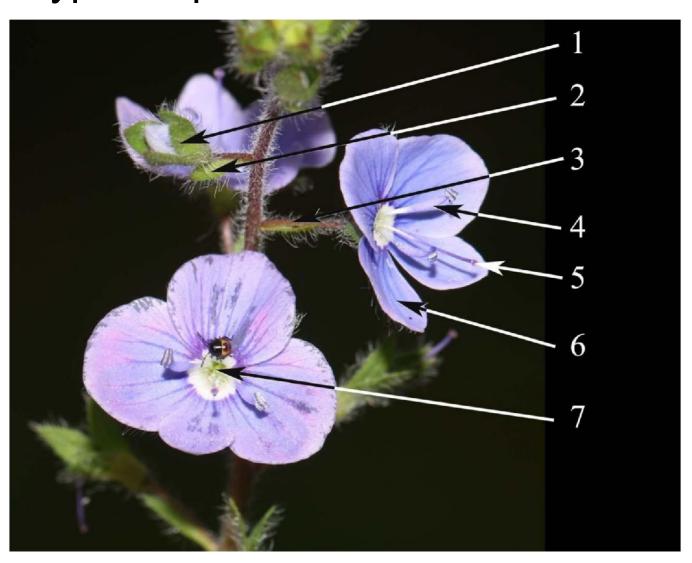
Пластический обмен

# Что влияет на дыхание растений?

Давайте подумаем, как эти факторы могут влиять на дыхание растений

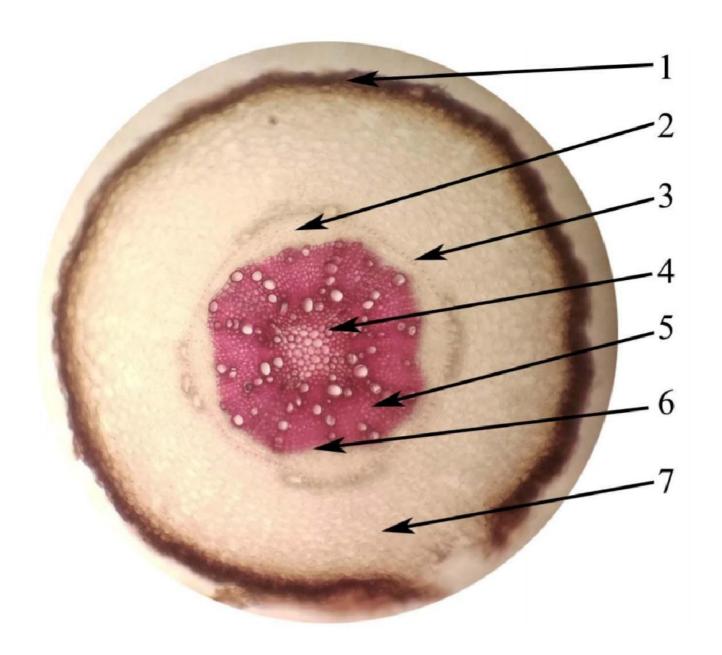
- Наличие воды
- Температура
- Солнечный свет
- Загрязнение воздуха

## На рисунке обозначены различные структуры и органы. Укажите их названия.

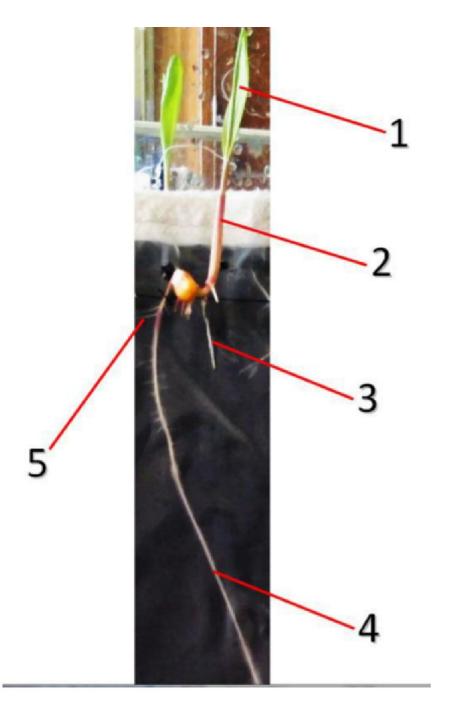


#### Ответ!

- 1. Чашелистик
- 2. Брактея
- 3. Цветоножка
- 4. Тычинка
- 5. Рыльце
- 6. Лепесток
- 7. Нектарники



- 1. Перидерма
- 2. Флоэма
- 3. Эндодерма
- 4. Первичная ксилема
- 5. Вторичная ксилема
- 6. Камбиальная зона
- 7. Паренхима



- Придаточный корень
- Лист
- Корневой волосок
- Колеоптиль
- Главный корень

Теред вами - придольным разрез семям двух рас темии. « азделии е приведенные наме утверждения на относящиеся к рас темию з, относящиеся к ним обоим и не относящиеся ни к одному из них.

Растение Net



Растение №1 (Кукуруза, Однодольные)

Растение №2 (Фасоль, Двудольные)

Семенная кожура образуется из покровов семязачатка (интегументов)

Эндосперм семени содержит преимущественно крахмал

На корнях есть клубеньки, которые образуются при симбиозе с бактериями

На одном растении есть как мужские, так и женские цветки

Для прорастания семян их нужно выдерживать при температурах около +5°C не менее месяца (стратификация) Цветок зигоморфный (имеет только одну плоскость симметрии)

В каждом цветке есть 10 тычинок

Растение опыляется насекомыми

Жилкование листа параллельное

Большая часть питательных веществ семени запасается в женском гаметофите, окружающем зародыш

Это растение образует клубни

В зародыше есть почечка и корешок

Волоски этого растения образуют пузырыки для запасания воды

Эндосперма в семени нет

Видоизмененная семядоля этого растения служит для поглощения питательных веществ из эндосперма при прорастании

Родиной этого растения является Центральная и Южная Америка

Лист сложный, состоит из нескольких листочков

Растение относится к классу Однодольных