Фотосинтез и дыхание растений

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

Коалиция, 2020

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 CO_2

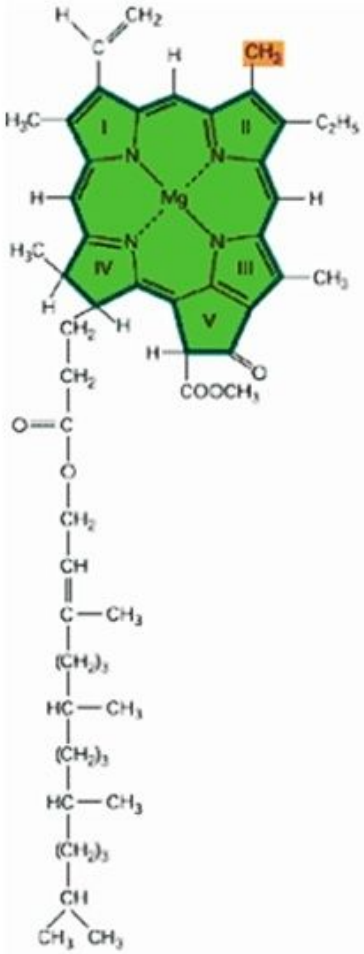
Пигменты

В 1967 г учёные смогли установить структуру хлорофилла а.

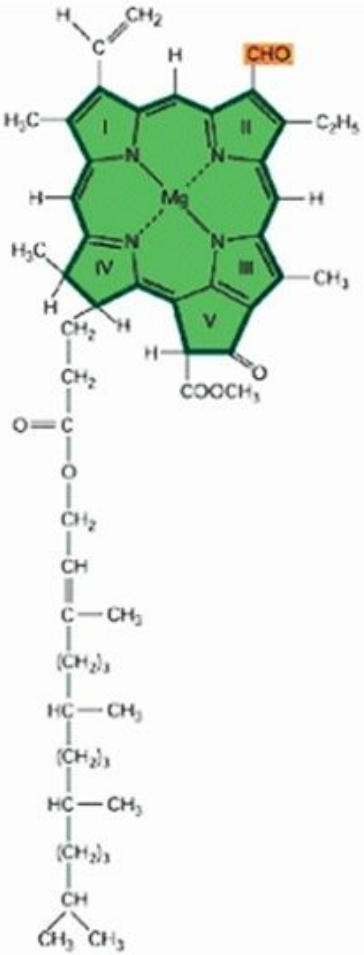
Сколько видов хлорофилла бывает?

	Хл. *a*	Хл. *b*	Хл. *c1*	Хл. *c2*	Хл. *d*	Хл. *f*
Формула	$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$	$C_{35}H_{30}O_5N_4Mg$	$C_{35}H_{28}O_5N_4Mg$	$C_{54}H_{70}O_6N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$
Где?	Везде	Большинство наземных растений	Нек-ые водоросли	Нек-ые водоросли	Цианобактерии	Цианобактерии

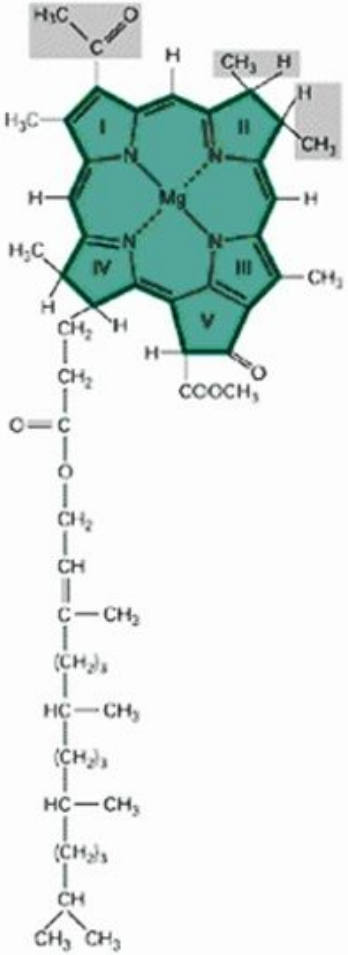
Формула пигментов



Clorofila *a*

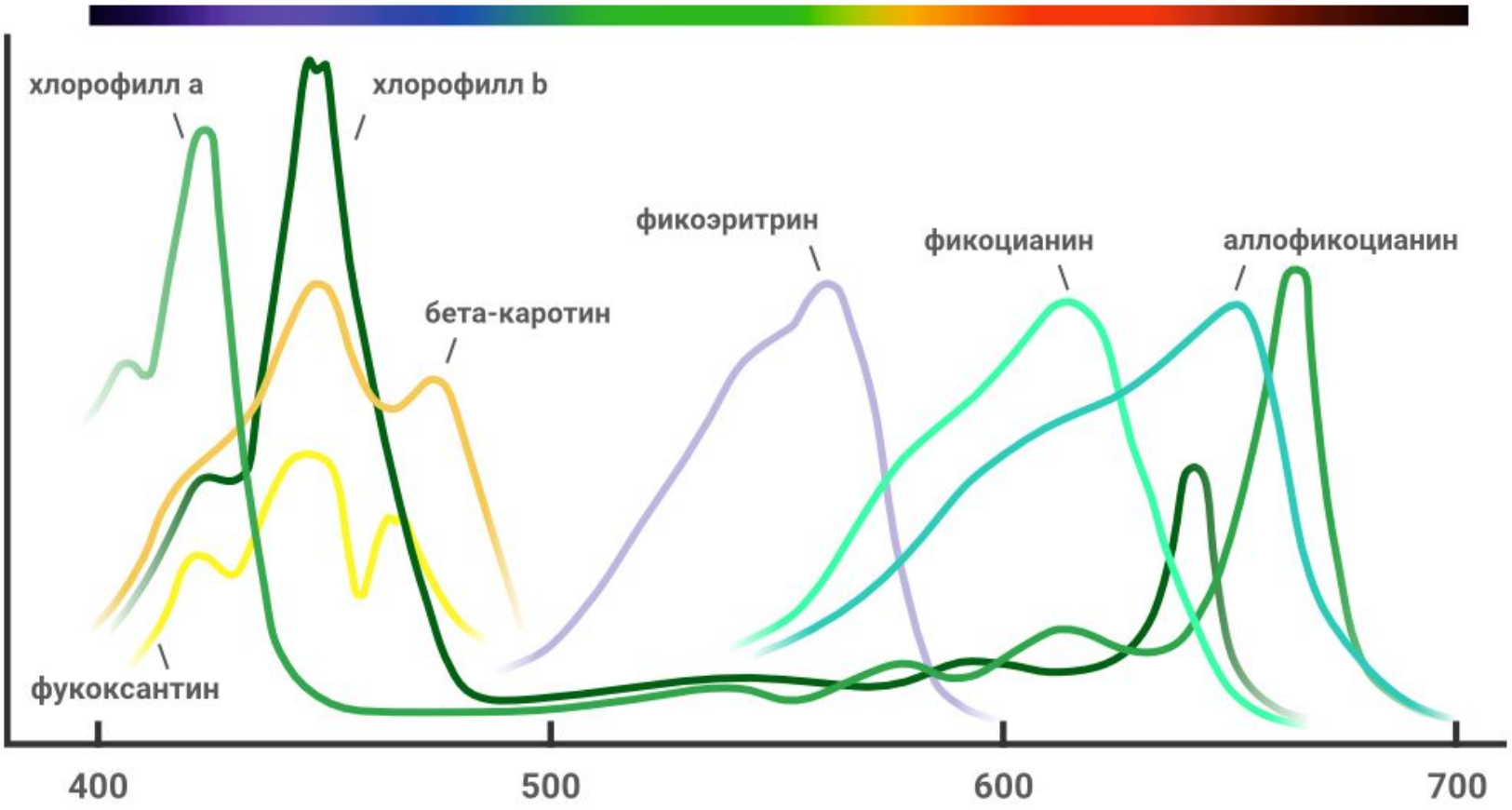


Clorofila *b*

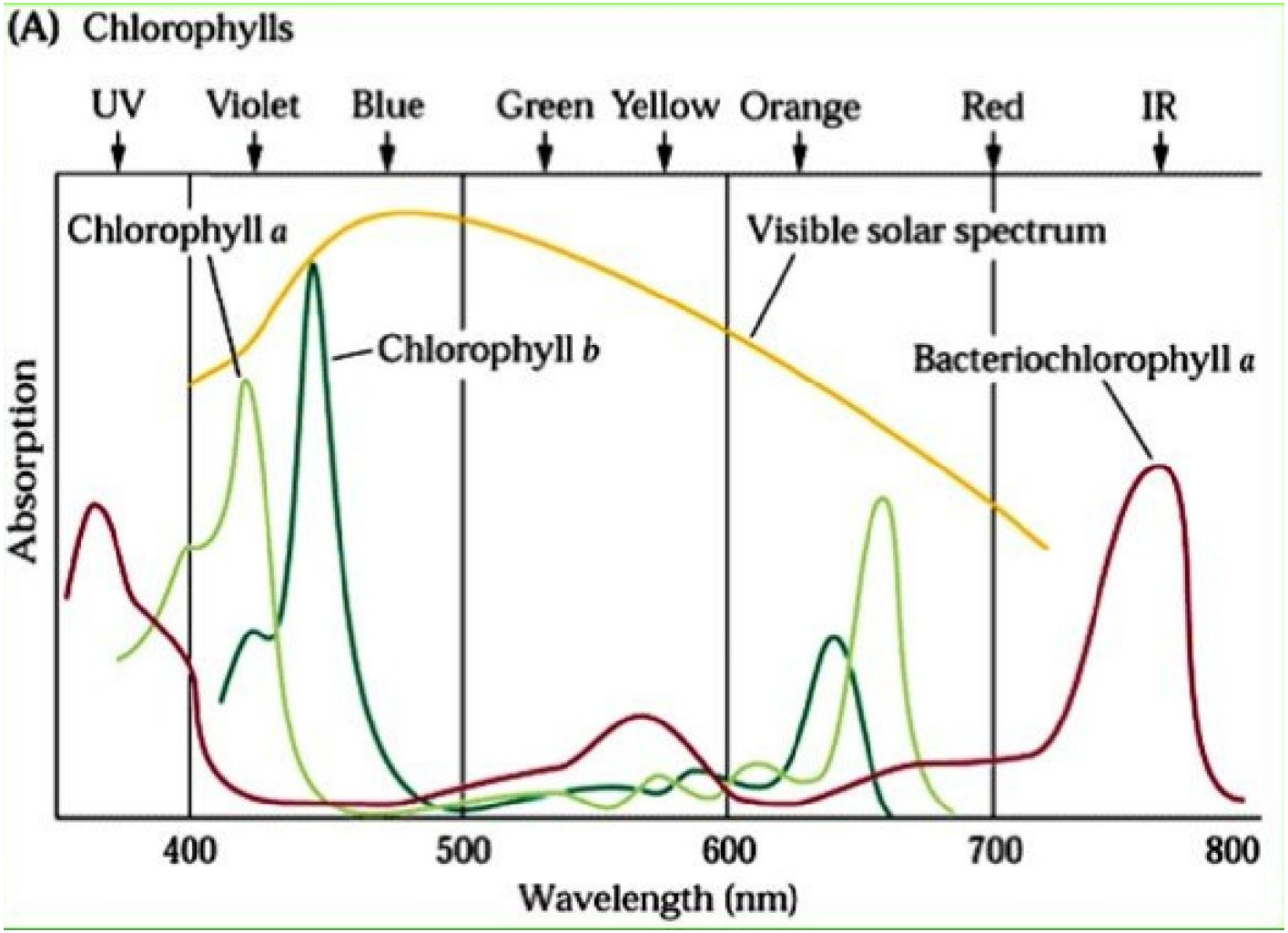


Bacterioclorofila *a*

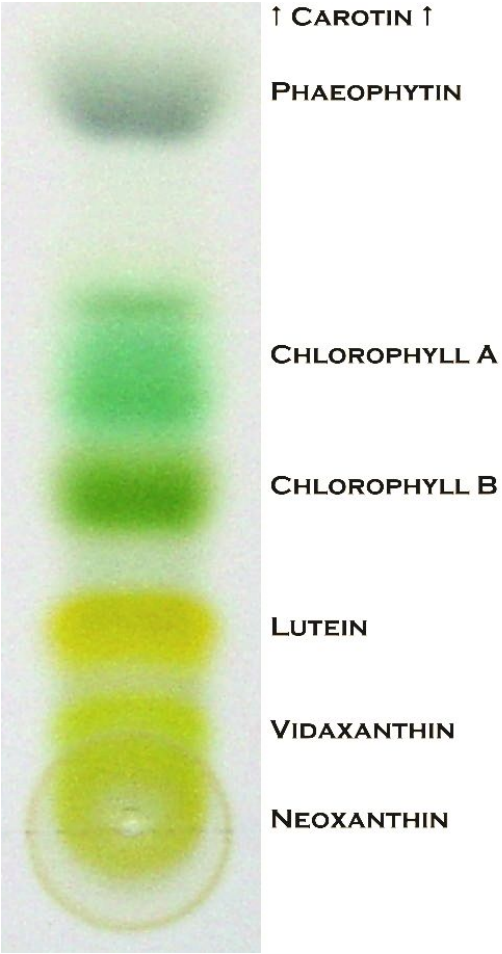
Спектры поглощения

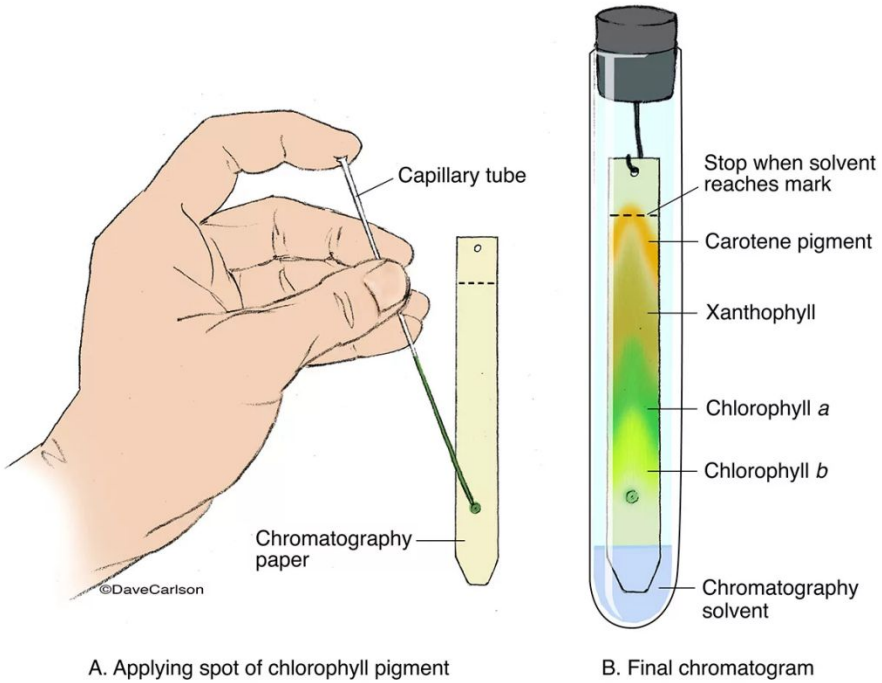


Сравним с бактериохлорофиллом



Хроматографи я





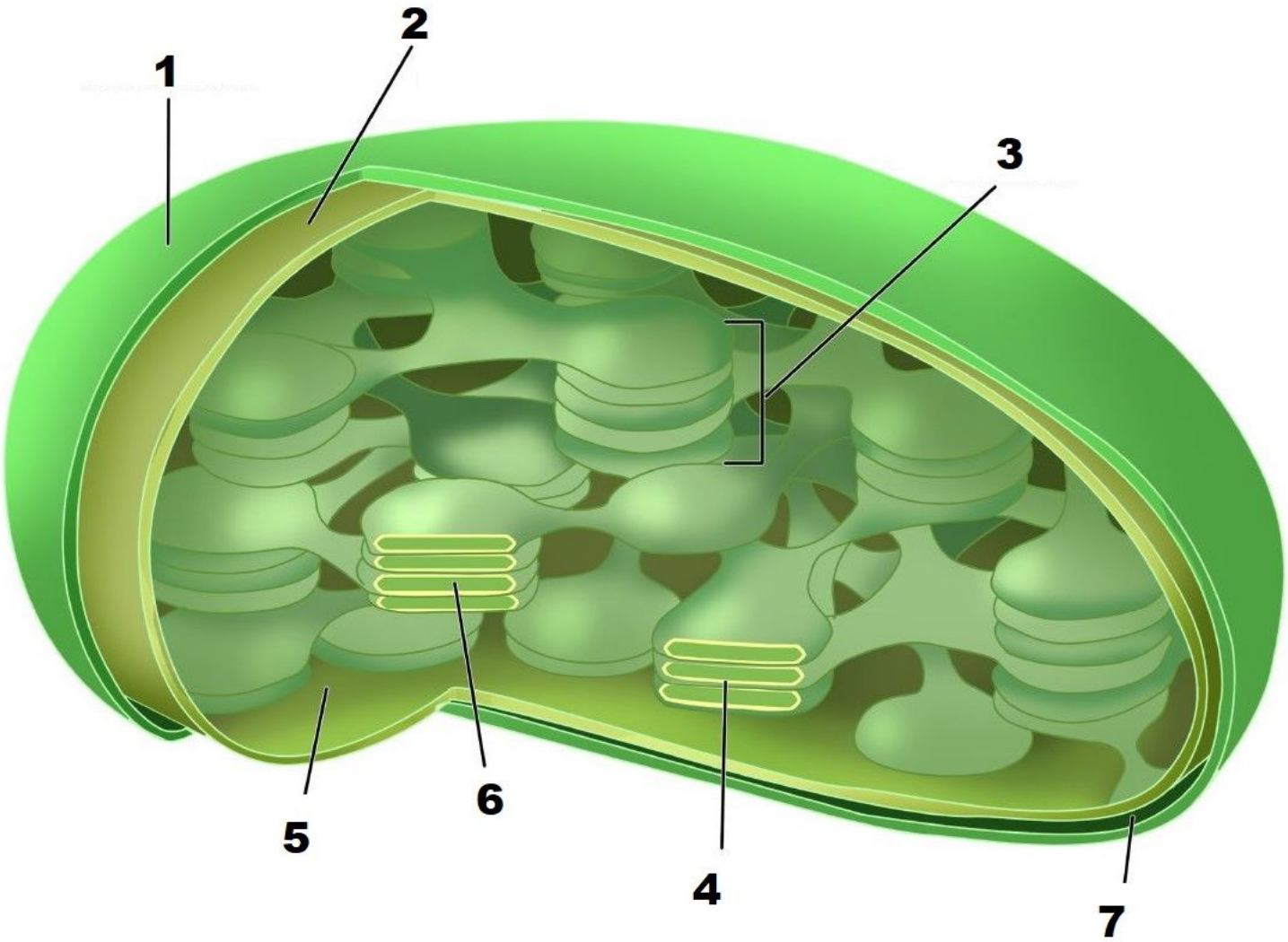
- Метод разделения пигментов или аминокислот из смеси
- Вещества движутся по абсорбенту с разной скоростью

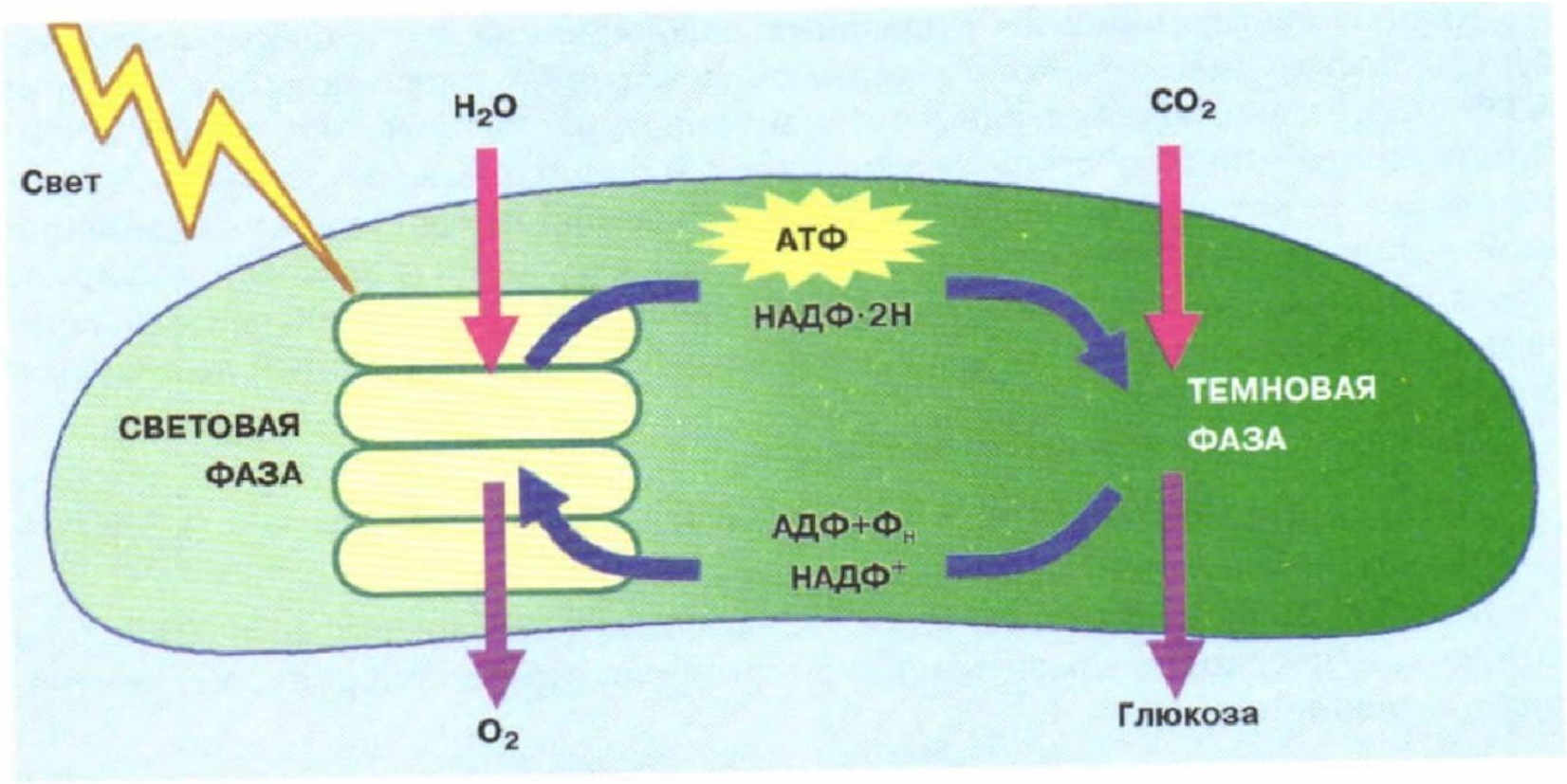
Ах они паразиты!

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

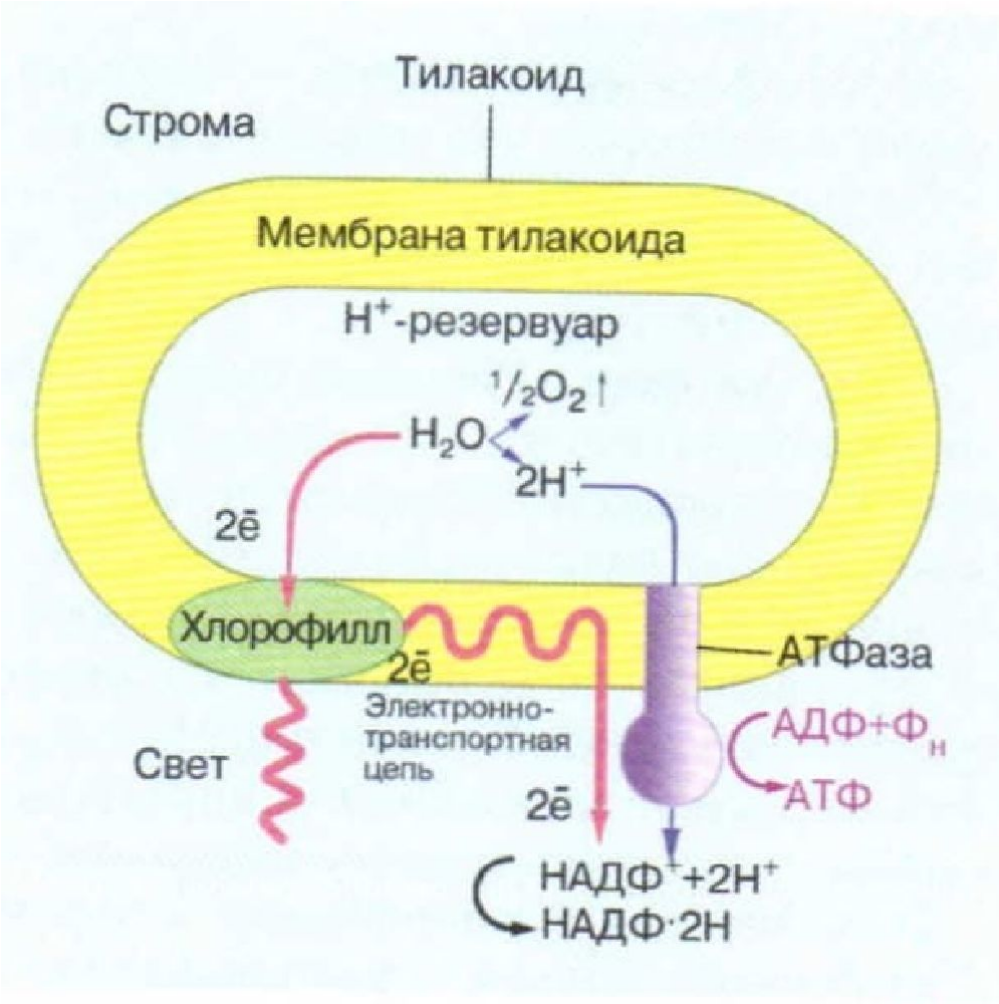
Световая фаза

Где? – на мембранах тилакоидов

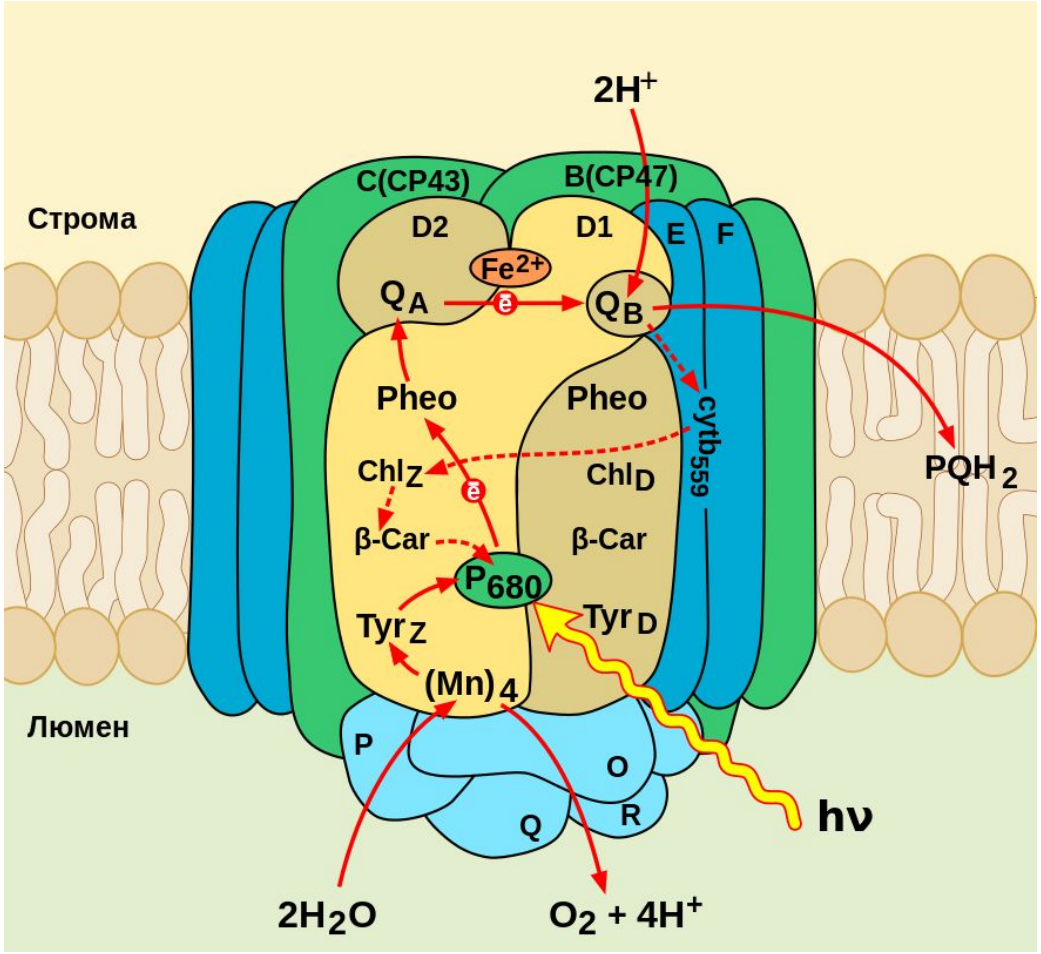
Условия? – на свету

- Возбуждение молекул хлорофилла светом
- Передача электрона по цепи
- Фотолиз воды
- Образование кислорода
- Синтез АТФ
- Образование фермента НАДФ*H_2

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 ($П_{680}^{+}$)
- 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

- P680 - Пара молекул хлорофилла с максимумом поглощения в 680нм
- Центр передаёт электрон феофитину
- Феофитин – пластохинонам

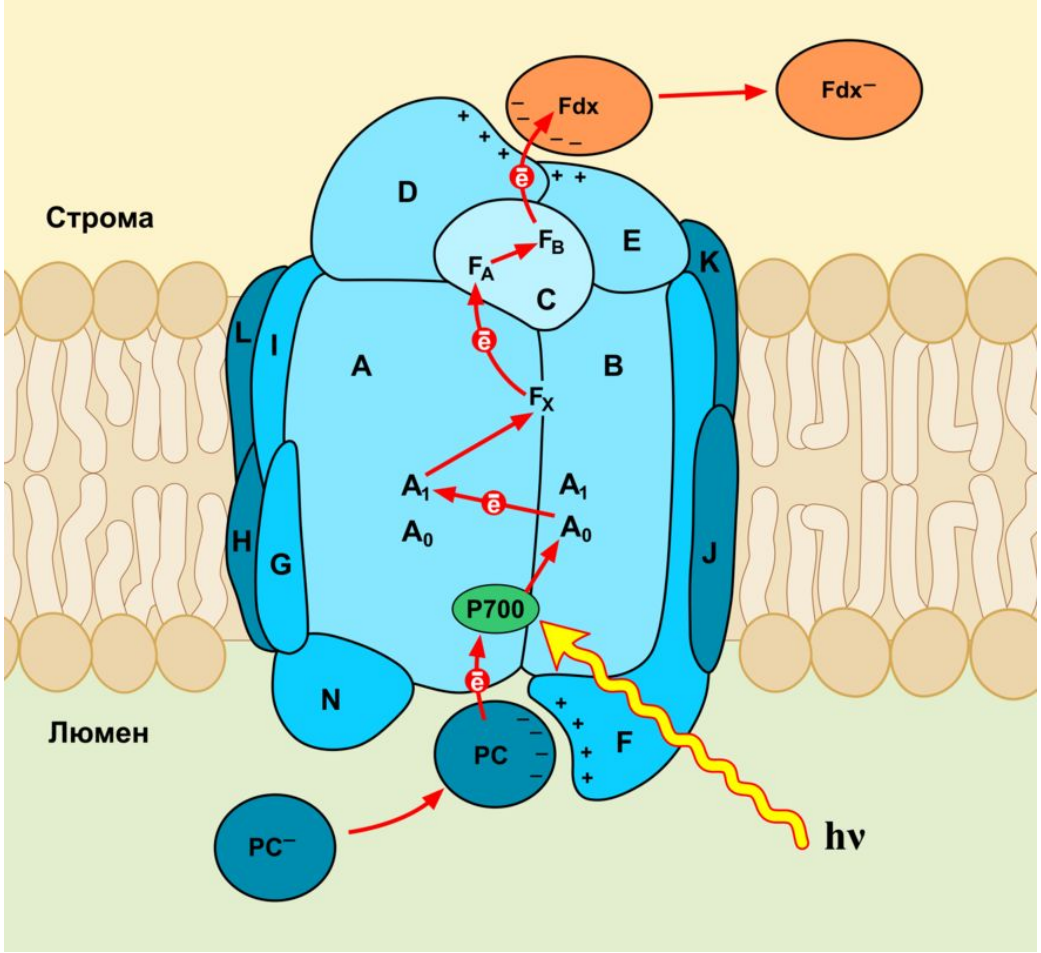
- Цитохром b восстанавливает окисленный P680 (циклический транспорт электрона)

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 I



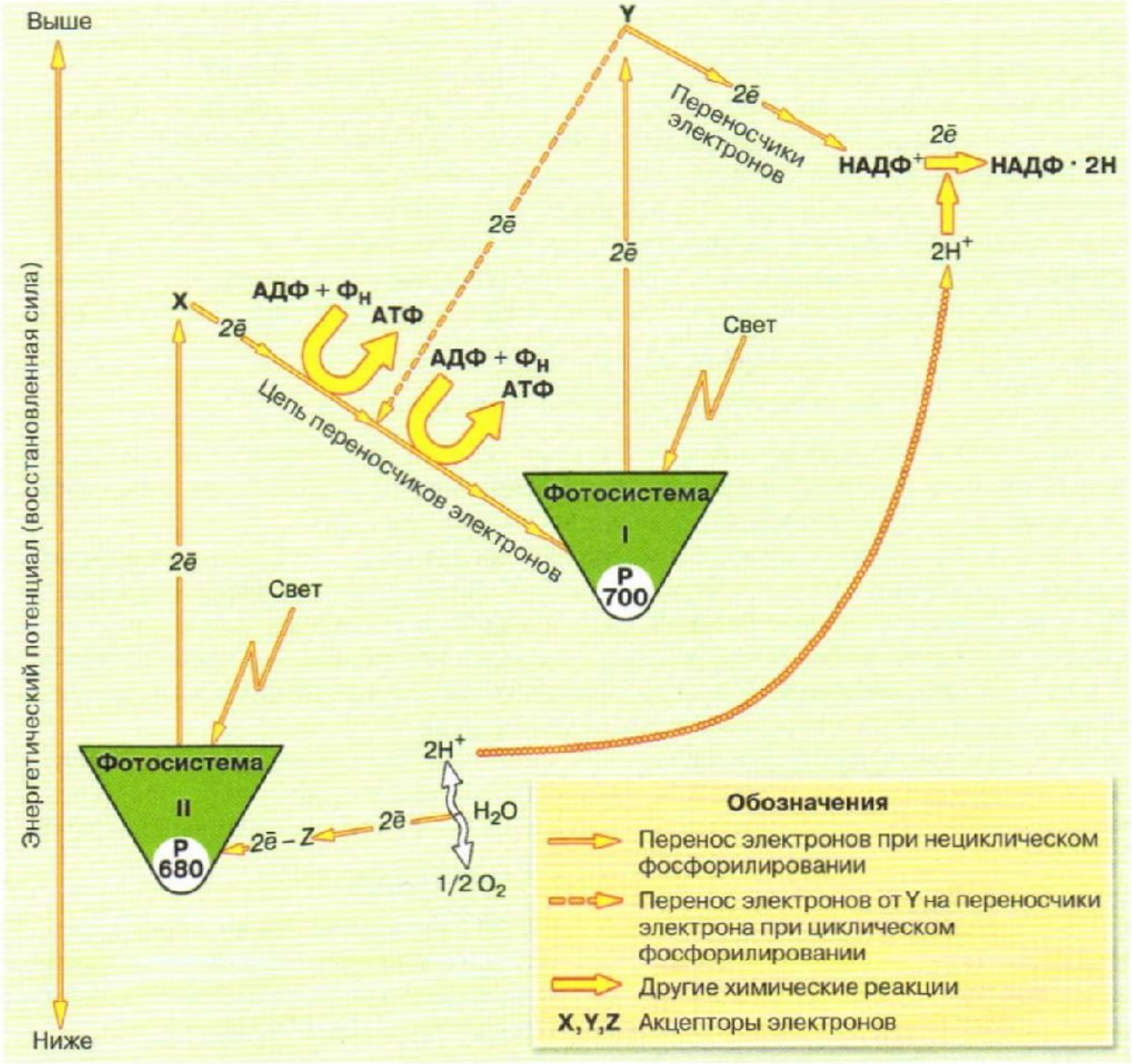
Второй функциональный комплекс ЭТЦ

Принимает электрон от пластоцианина

Создаёт сильный восстановитель P700, который восстаналивает НАДФ+ до НАДФ*H_2

Особенности фотосистемы I

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


Выше
Ниже
Энергетический потенциал (восстановленная сила)
Y
2ē
Переносчики электронов
НАДФ+
НАДФ · 2H
2H+
X
АДФ + Фн
АТФ
Цепь переносчиков электронов
Свет
Фотосистема I
P 700
Фотосистема II
P 680
2ē – Z
H2O
1/2 O2
Обозначения
Перенос электронов при нециклическом фосфорилировании
Перенос электронов от Y на переносчики электрона при циклическом фосфорилировании
Другие химические реакции
X, Y, Z Акцепторы электронов

Темновая фаза

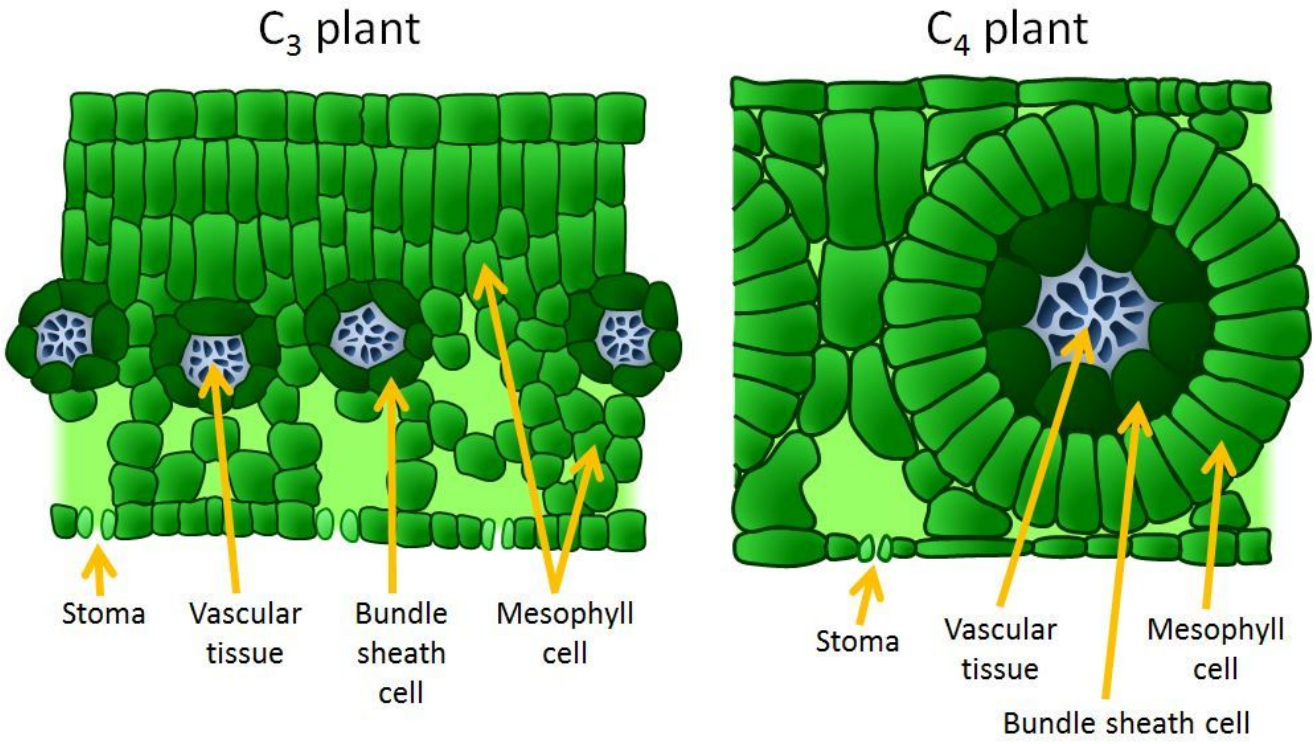
Где? – строма хлоропласта

Условия? – не требуют энергии света

- Фиксация CO_2
- Образование НАДФ$^+$
- Всё АТФ тратится
- Образуется глюкоза

Типы фиксации CO_2

- C3 – фиксируется из воздуха
- C4 – CAM } из малата

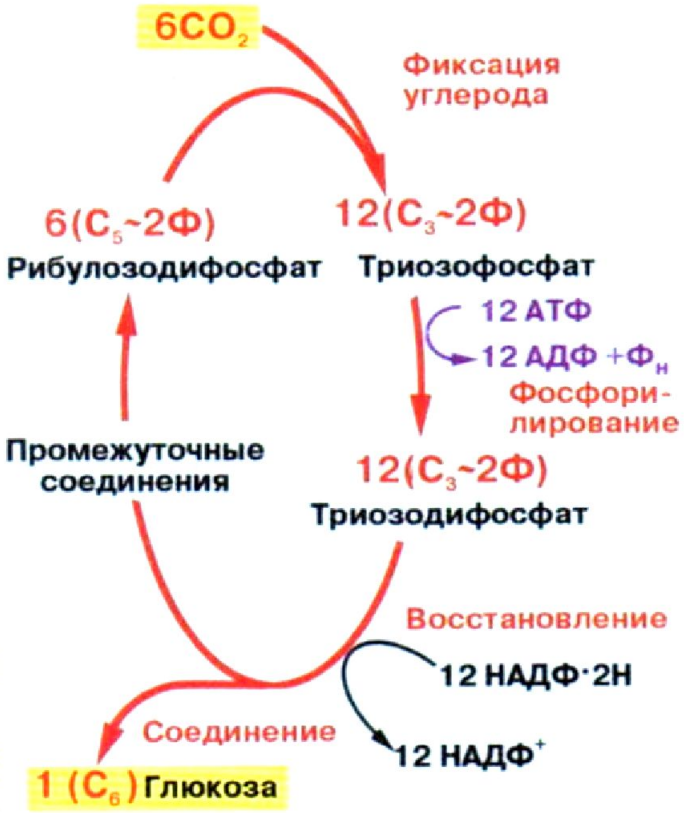


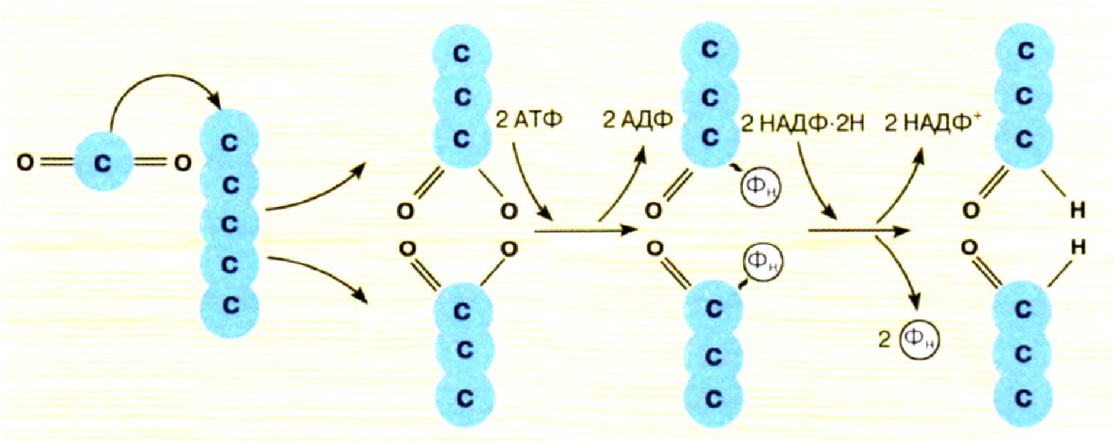
Особенности С3 - растений

- Растут в районах с обилием грунтовых вод, умеренным солнечным излучением, умеренной температурой
- 95% массы растений Земли
- Теряют много воды при транспирации
- Изменяется соотношение CO_2:O_2 – 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,

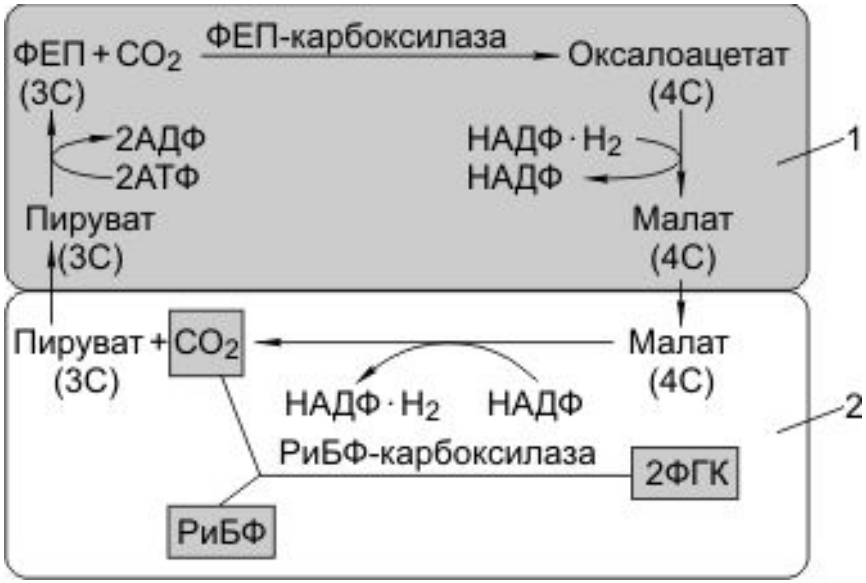
Мнемонические правила

Щуку **ацетил лимон**ил,
Но нар**цисс**а **кон**ь боялся,
Он над ним **изолимон**но
Альфа-кетоглутарался.
Сукцинился **коэнзим**ом,
Янтарился **фумар**ово,
Яблочек припас на зиму,
Обернулся **щук**ой снова.

ЩУКа съела **ацетат**, получается **цитрат**
через **цис-аконитат** будет он **изоцитрат**
водороды отдав НАД, он теряет CO_2
этому безмерно рад **альфа-кетоглутарат**
окисление грядет — НАД похитил водород
ТДФ, коэнзимА забирают CO_2
а энергия едва в **сукциниле** появилась
сразу ГТФ родилась и остался **сукцинат**
вот добрался он до ФАДа — водороды тому надо
фумарат воды напился, и в **малат** он превратился
тут к **малату** НАД пришел, водороды приобрел
ЩУКа снова объявилась и тихонько затаилась
Караулить **ацетат...**

С4 фотосинтез

- Первые продукты – четырёхуглеродные соединения
- Путь фиксации CO_2 назван **путём Хэтча-Слэка**
- Все проводящие пучки листа окружены двойным слоем клеток: наружный — клетки мезофилла, внутренний — клетки обкладки.



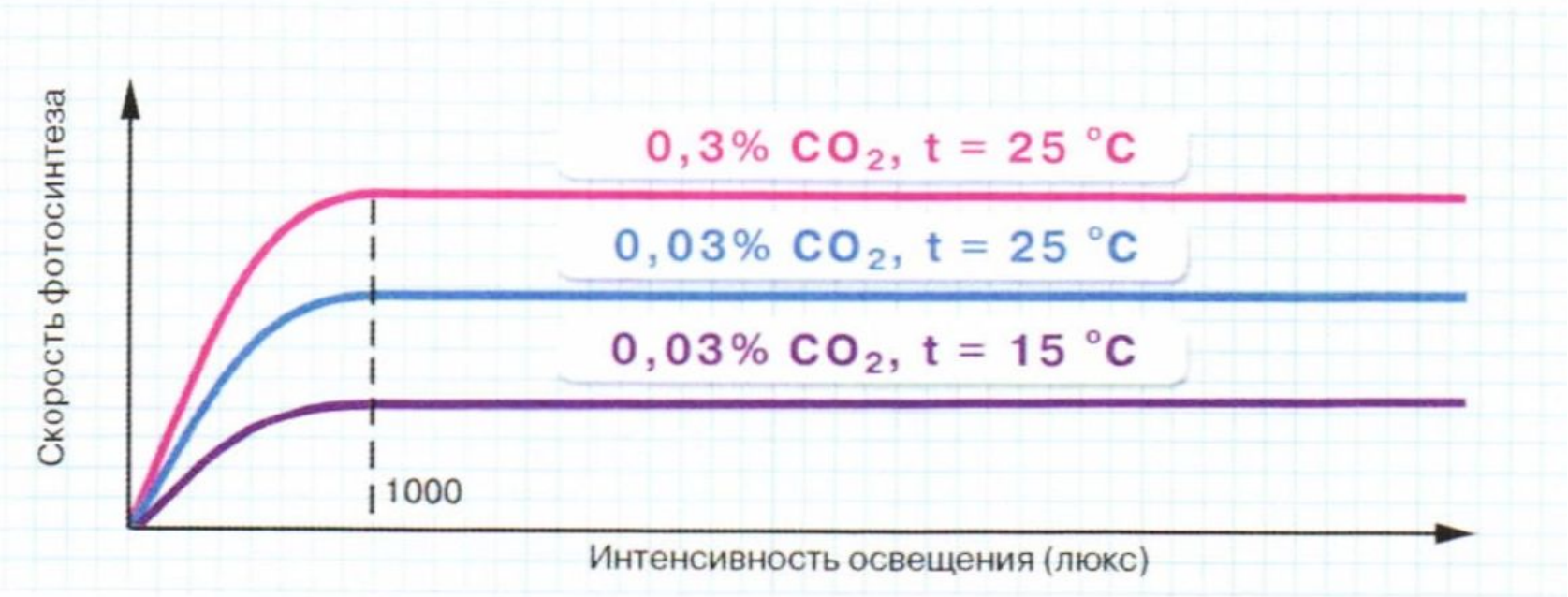
Особенности С4 растений

- Способны расти в более засушливых местообитаниях, при высоких температурах, в условиях засоления и недостатка CO_2
- Эффективнее поглощают CO_2
- 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?

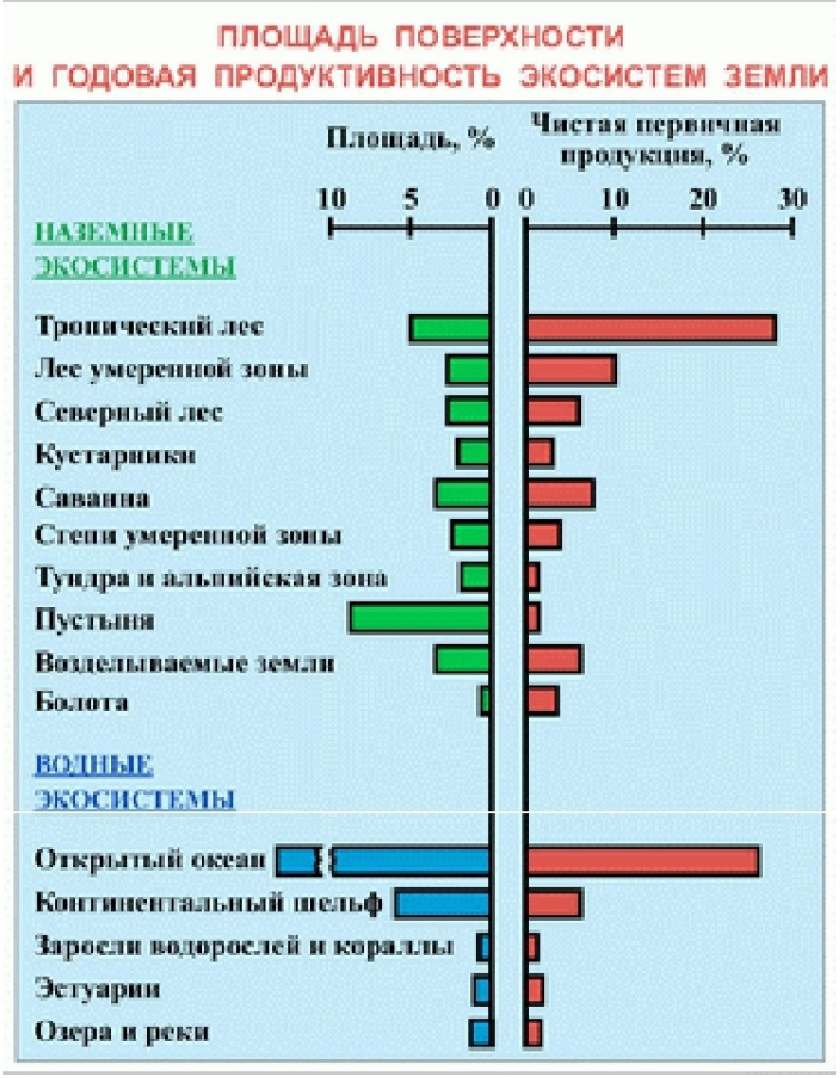


Значение фотосинтеза

- 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

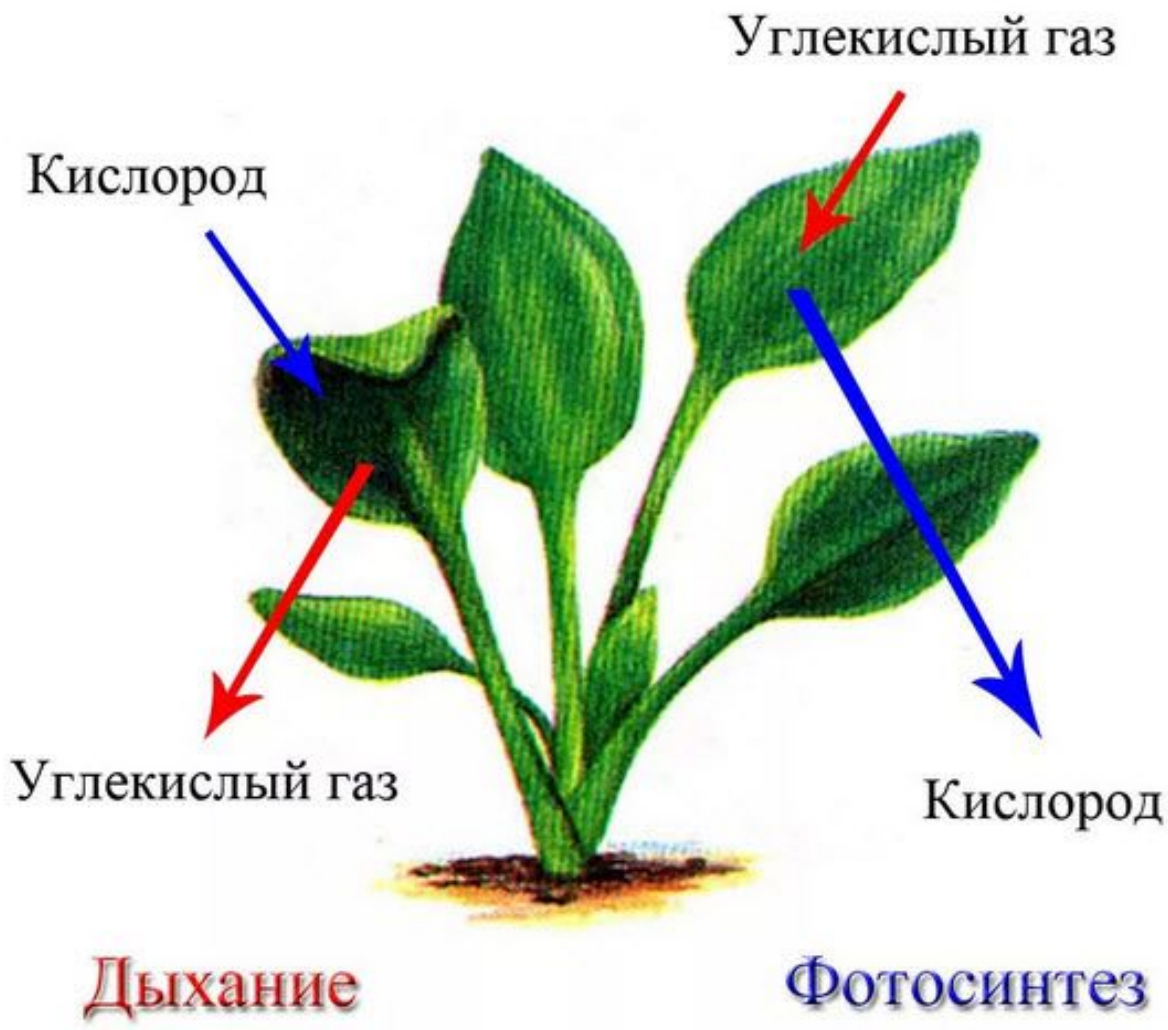
Продуктивность экосистем



Дыхание у растений

- Процесс получения энергии
- Есть у всех растений

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



Энергетический обмен

Пластический обмен

Что влияет на дыхание растений?

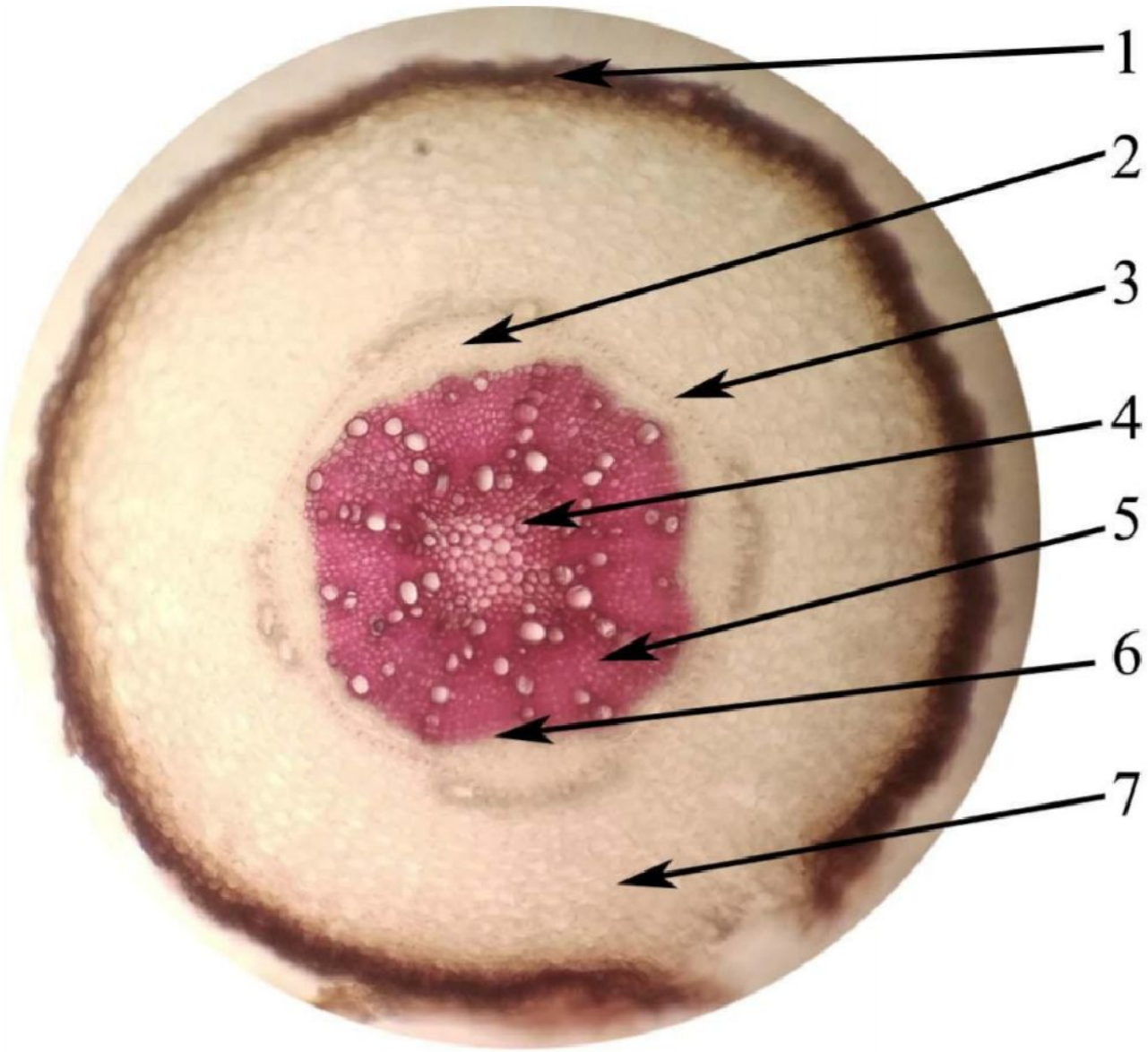
Давайте подумаем, как эти факторы могут влиять на дыхание растений

- Наличие воды
- Температура
- Солнечный свет
- Загрязнение воздуха

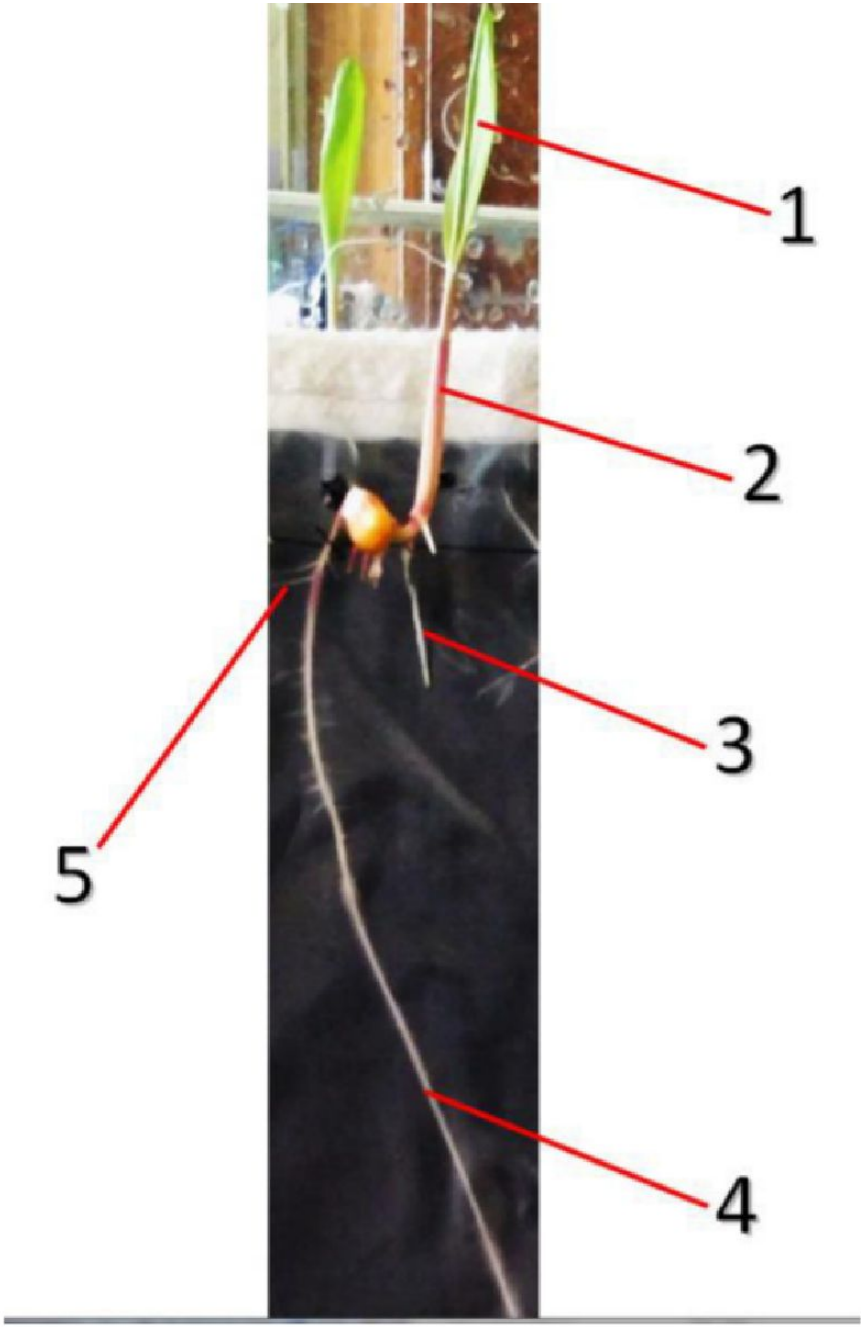
На рисунке обозначены различные структуры и органы. Укажите их названия.

Ответ!

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


1
2
3
4
5
6
7

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

Перед вами - продольный разрез семян двух растений. Разделите приведенные ниже утверждения на относящиеся к растению 1, относящиеся к растению 2, относящиеся к ним обоим и не относящиеся ни к одному из них.

Растение №1

Растение №2

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 пузырьки 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