

Фотосинтез и дыхание растений

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

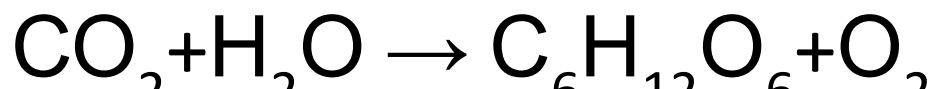
Коалиция, 2020

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



Виды фотосинтеза

- Хлорофилльный
- Бесхлорофилльный

- Оксигенный
- Аноксигенный

- С разными типами фиксации CO_2

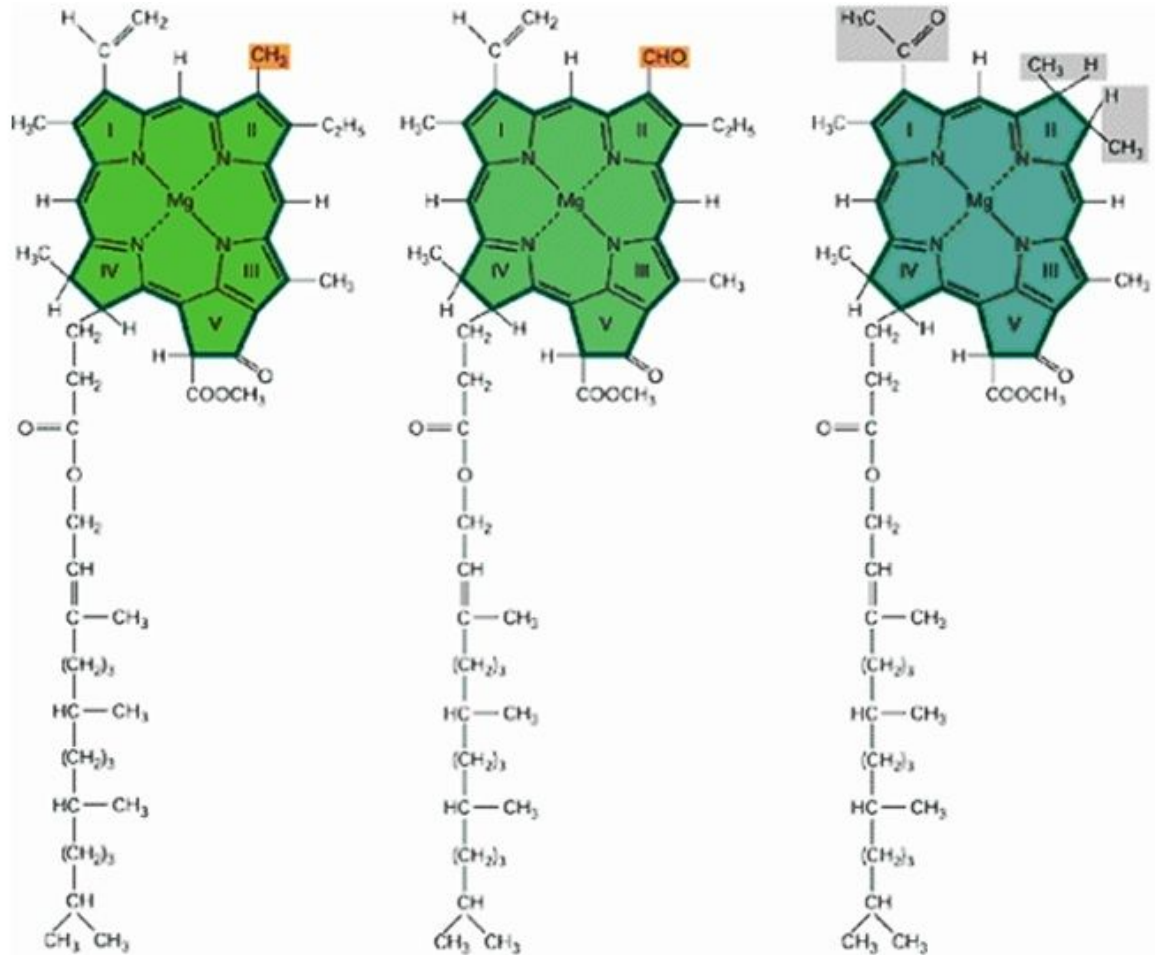
Пигменты

В 1967 г учёные смогли установить структуру хлорофилла а.

Сколько видов хлорофилла бывает?

	<u>Хл. a</u>	<u>Хл. b</u>	<u>Хл. c1</u>	<u>Хл. c2</u>	<u>Хл. d</u>	<u>Хл. f</u>
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

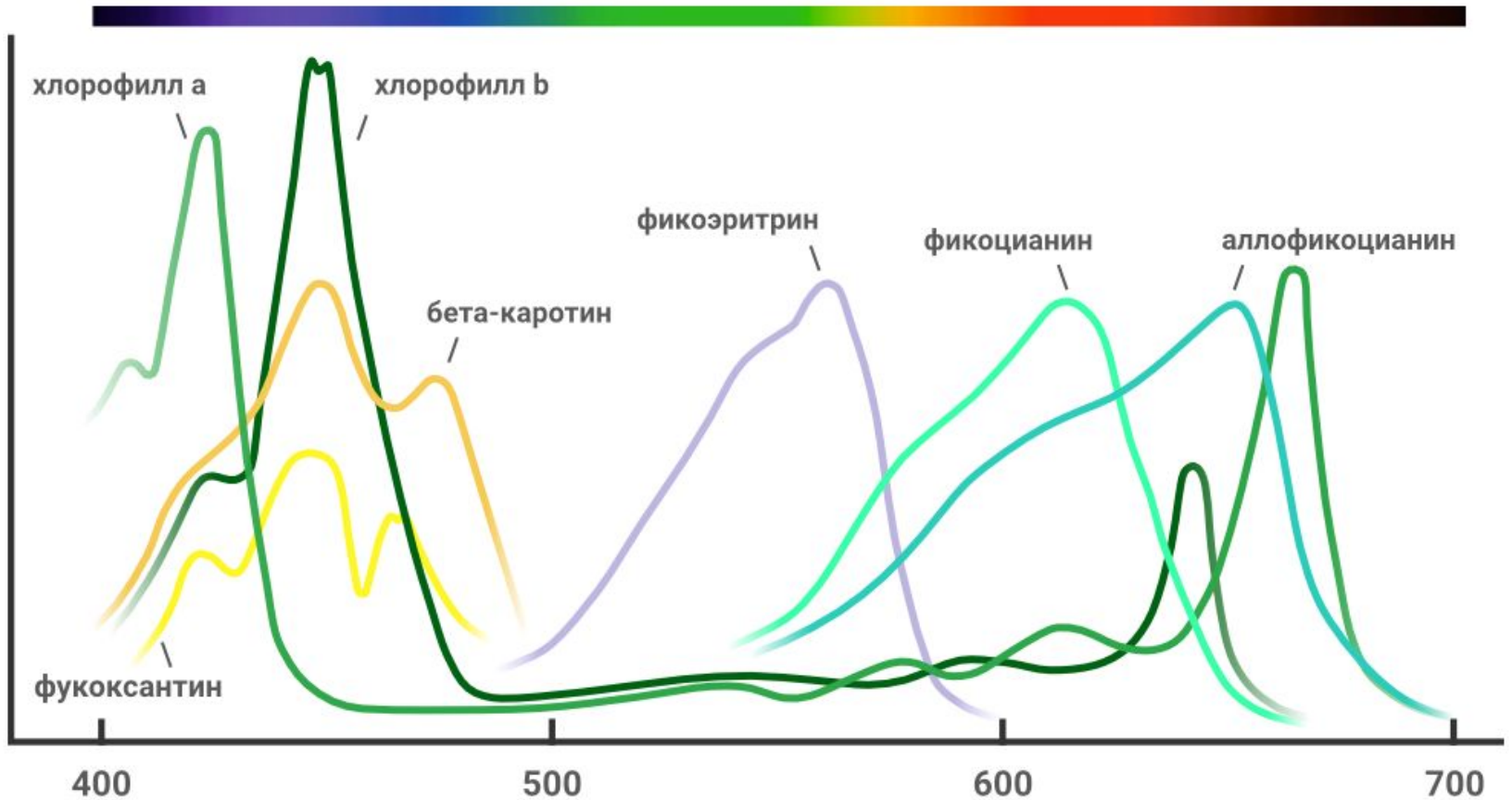


Clorofila *a*

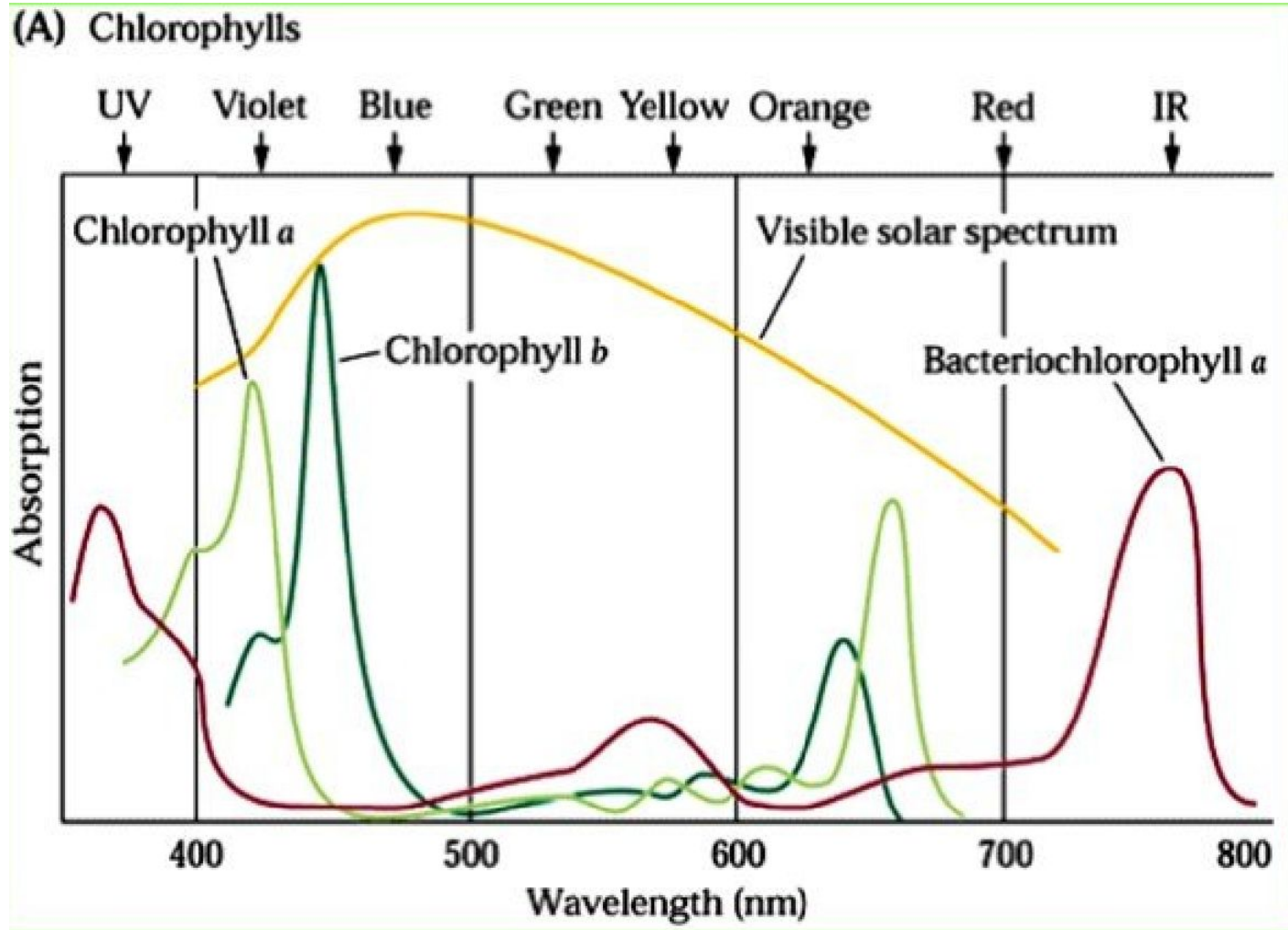
Clorofila *b*

Bacterioclorofila *a*

Спектры поглощения

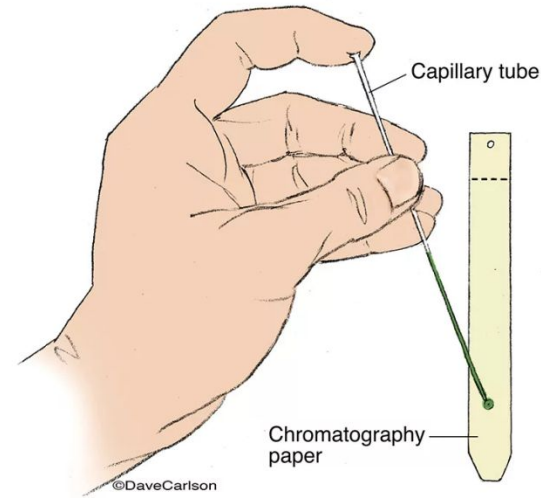
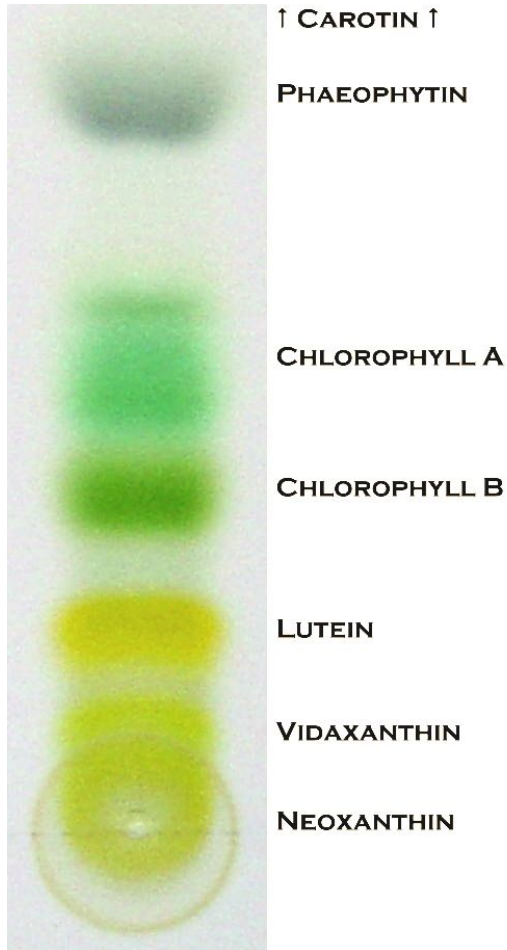


Сравним с бактериохлорофиллом

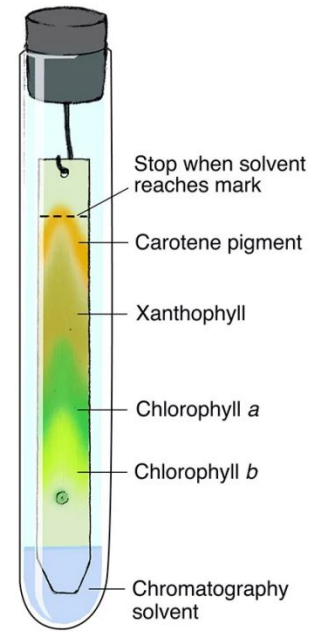


Хроматографи

Я



A. Applying spot of chlorophyll pigment



B. Final chromatogram

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

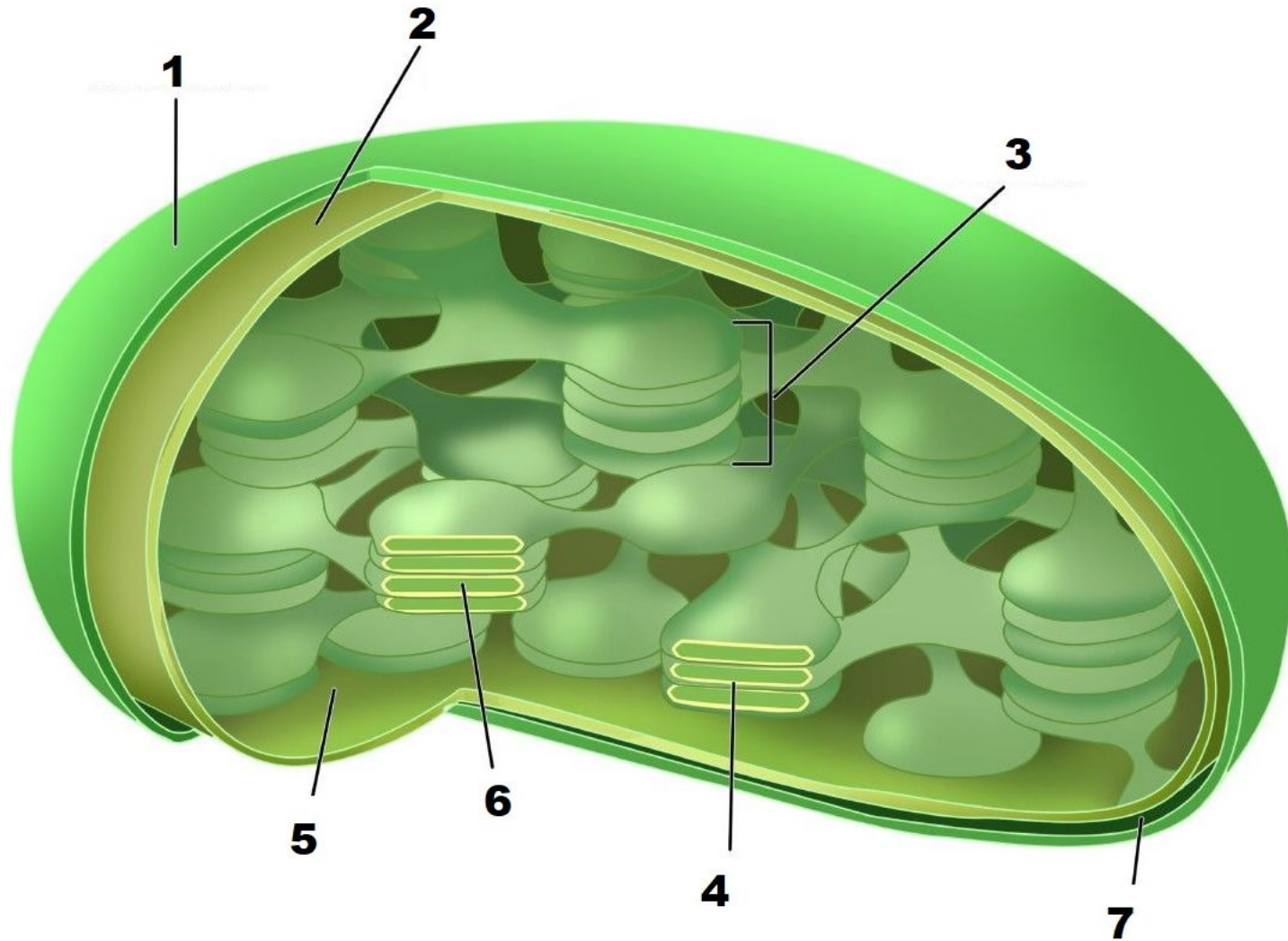
Ах они паразиты!

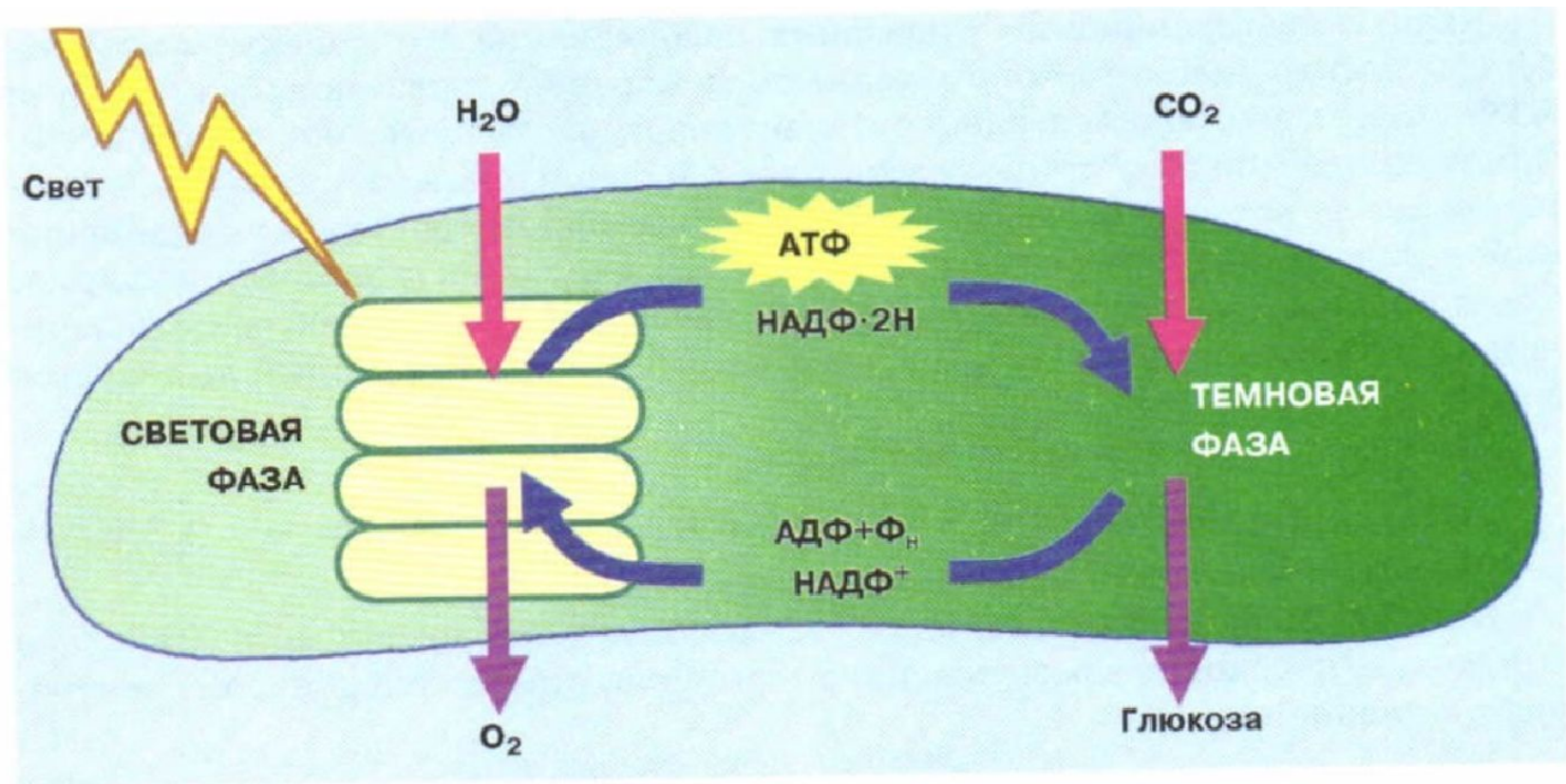


Фазы фотосинтеза

- 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

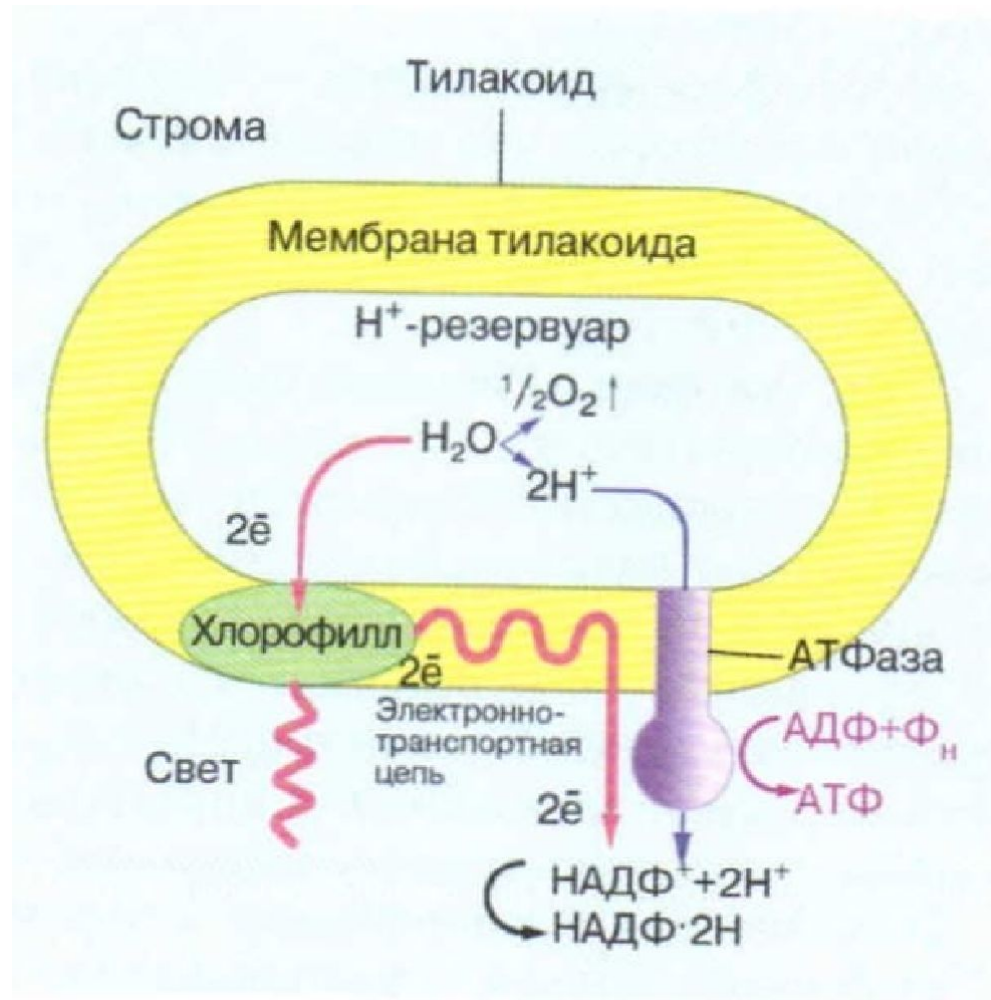
Световая фаза

Где? – на мембранах тилакоидов

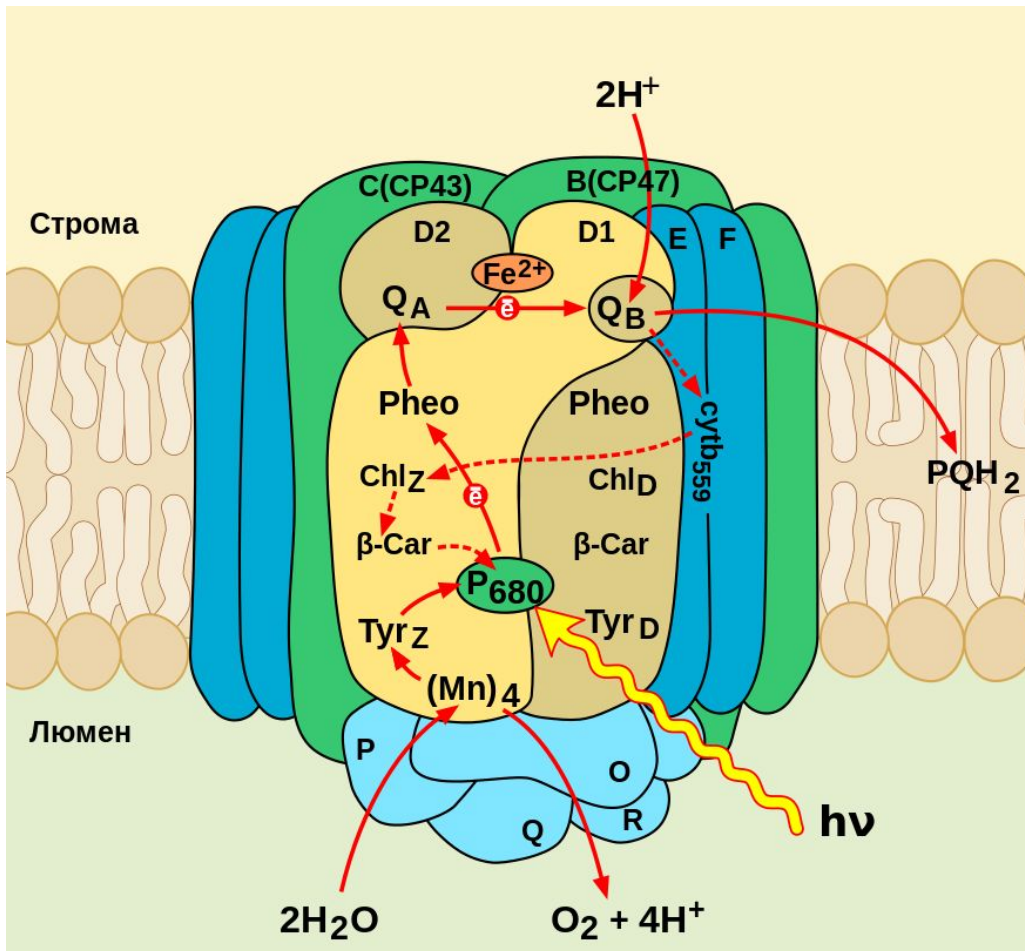
Условия? – на свету

- Возбуждение молекул хлорофилла светом
- Передача электрона по цепи
- Фотолиз воды
- Образование кислорода
- Синтез АТФ
- Образование фермента НАДФ*Н₂

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 (P_{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

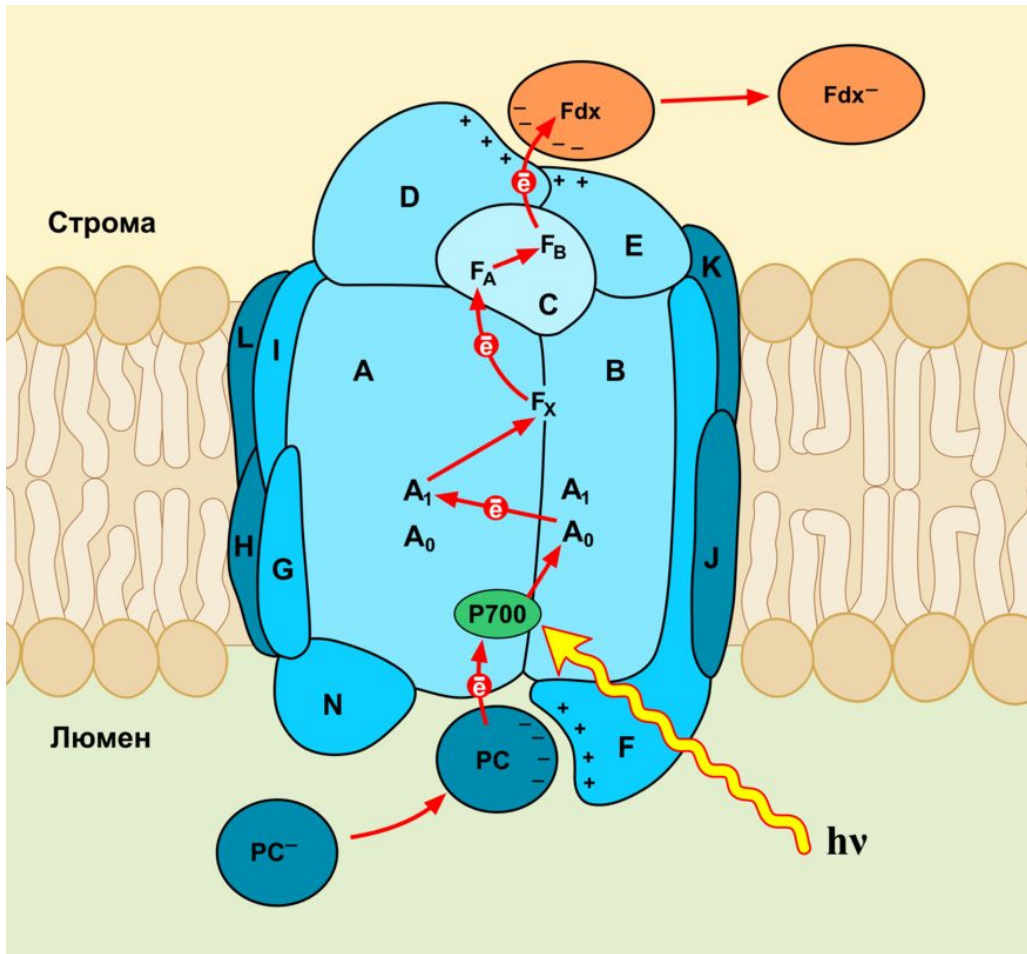
ЭТЦ

- 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



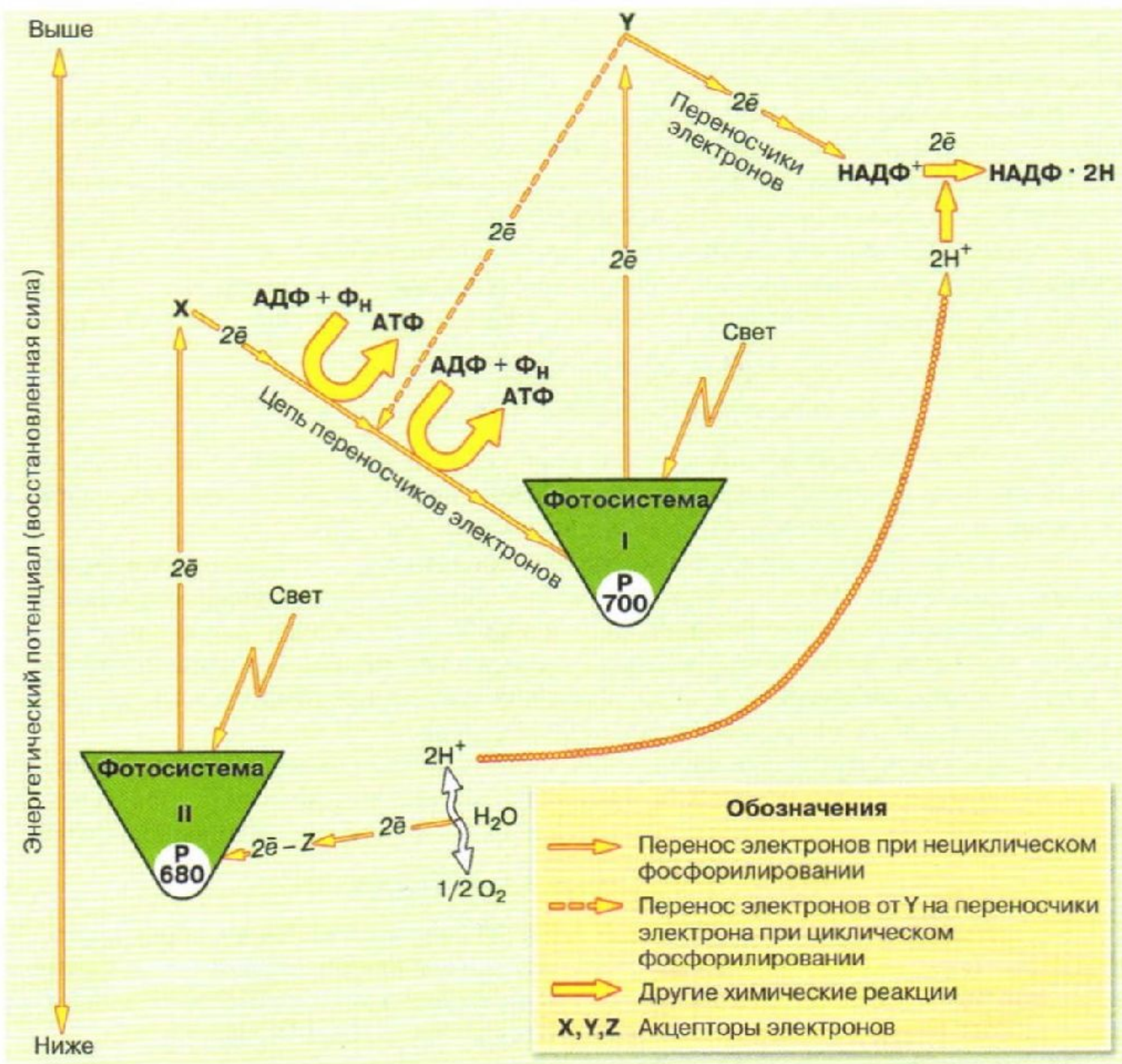
Второй функциональный комплекс ЭТЦ

Принимает электрон от пластоцианина

Создаёт сильный восстановитель P700, который восстанавливает НАДФ⁺ до НАДФ*H₂

Особенности фотосистемы I

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



Темновая фаза

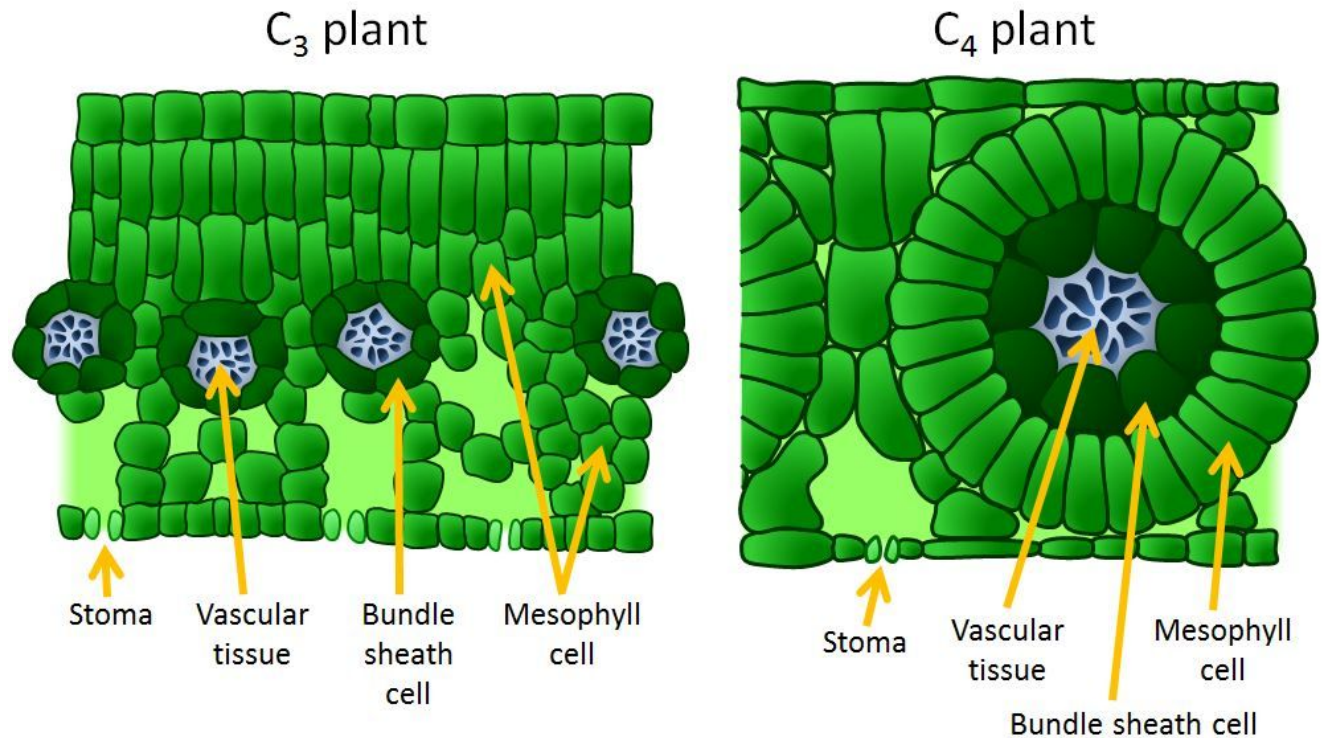
Где? – строма хлоропласта

Условия? – не требуют энергии света

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

Типы фиксации CO_2

- C_3 – фиксируется из воздуха
- C_4 – } из малата
- CAM }

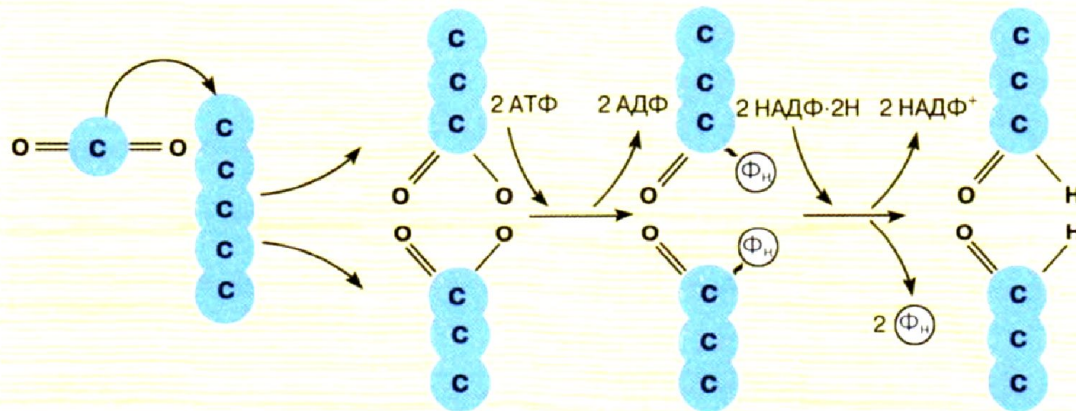


Особенности СЗ - растений

- Растут в районах с обилием грунтовых вод, умеренным солнечным излучением, умеренной температурой
- 95% массы растений Земли
- Теряют много воды при транспирации
- Изменяется соотношение $\text{CO}_2:\text{O}_2$ – 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,



цитрат,
цис-аконитат,
изоцитрат,
(альфа-)кетоглутарат,
сукцинил-СоА,
сукцинат,
фумарат,
малат,
оксалоацетат.

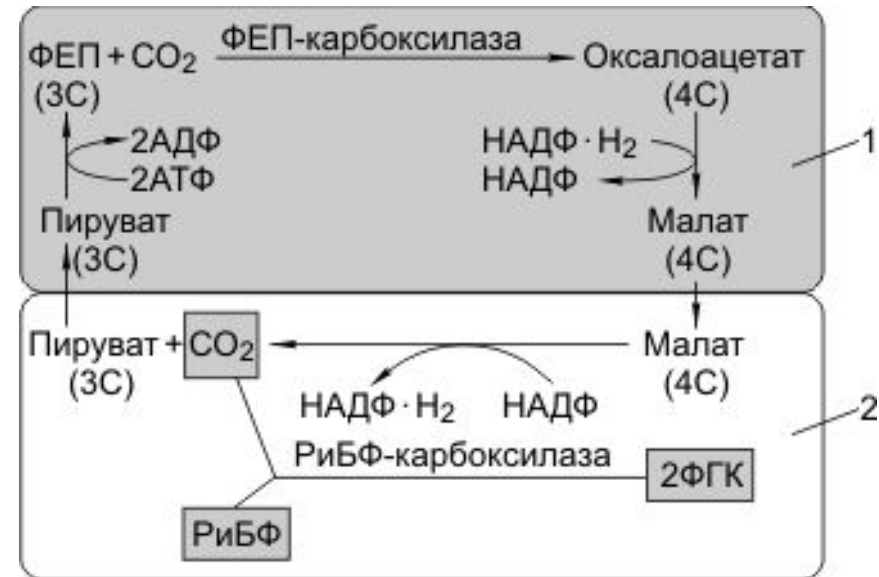
Мнемонические правила

Щуку ацетил лимонил,
Но нарцисса конь
боялся,
Он над ним **изолимонно**
Альфа-кетоглутарался.
Сукцинился коэнзимом,
Янтарился фумарово,
Яблочек припас на зиму,
Обернулся **щукой** снова.

ЩУКа съела ацетат, получается цитрат
через **цис-аконитат** будет он **изоцитрат**
водороды отдав НАД, он теряет CO₂
этому безмерно рад **альфа-**
кетоглутарат
окисление грядет — НАД похитил
водород
ТДФ, коэнзима забирают CO₂
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...

C4 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 C4 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

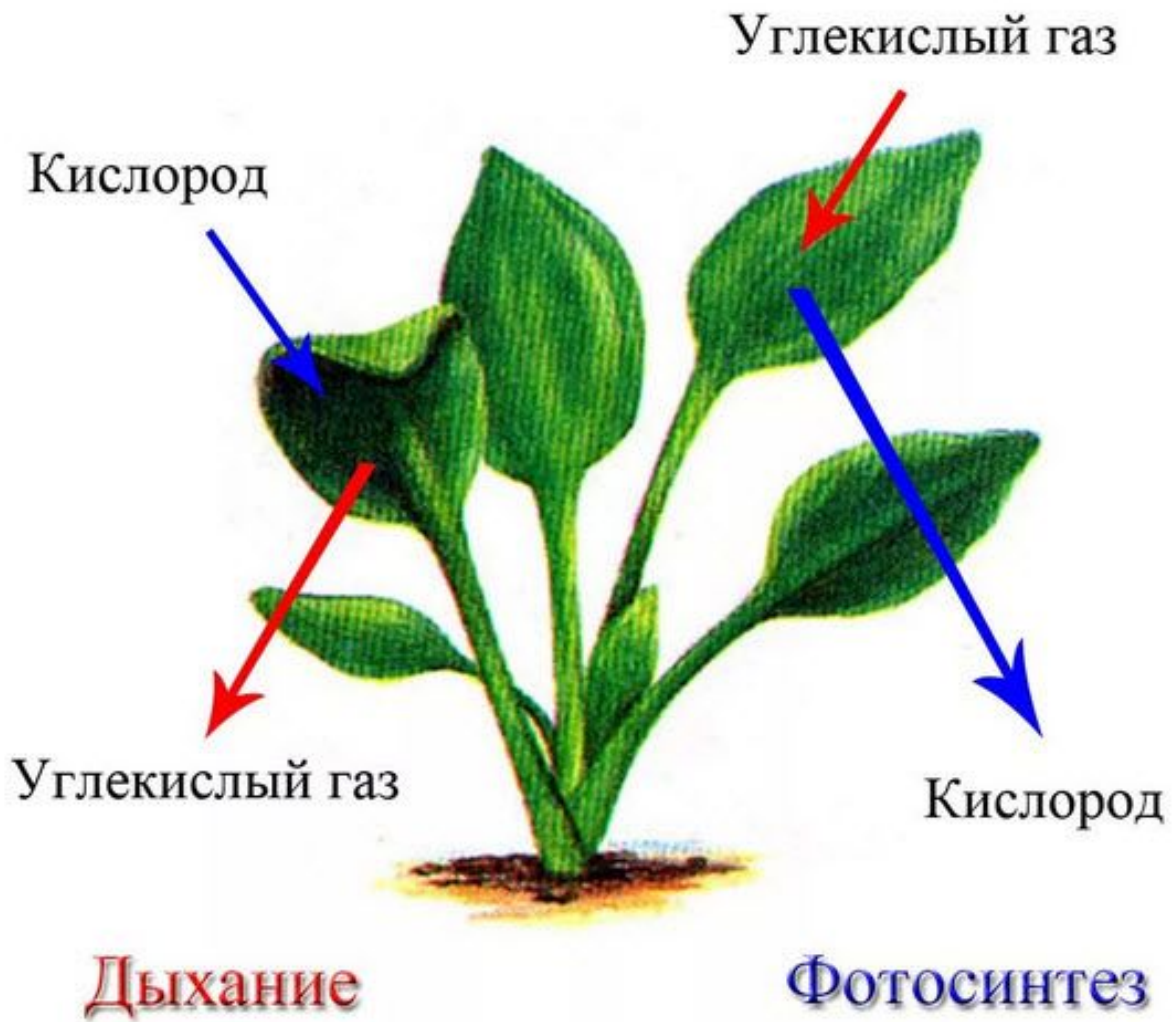
Продуктивность экосистем



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

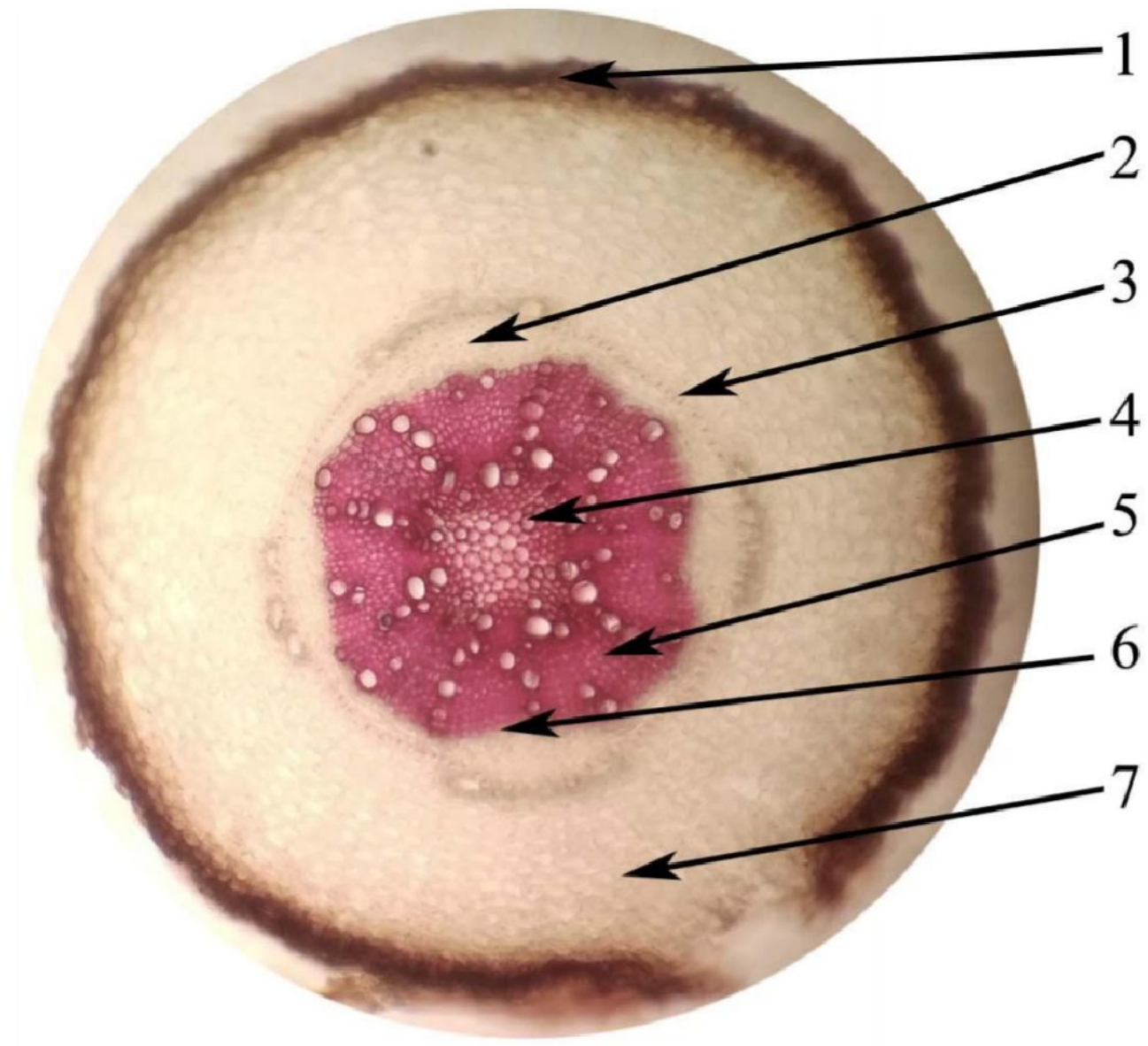
- Наличие воды
- Температура
- Солнечный свет
- Загрязнение воздуха

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

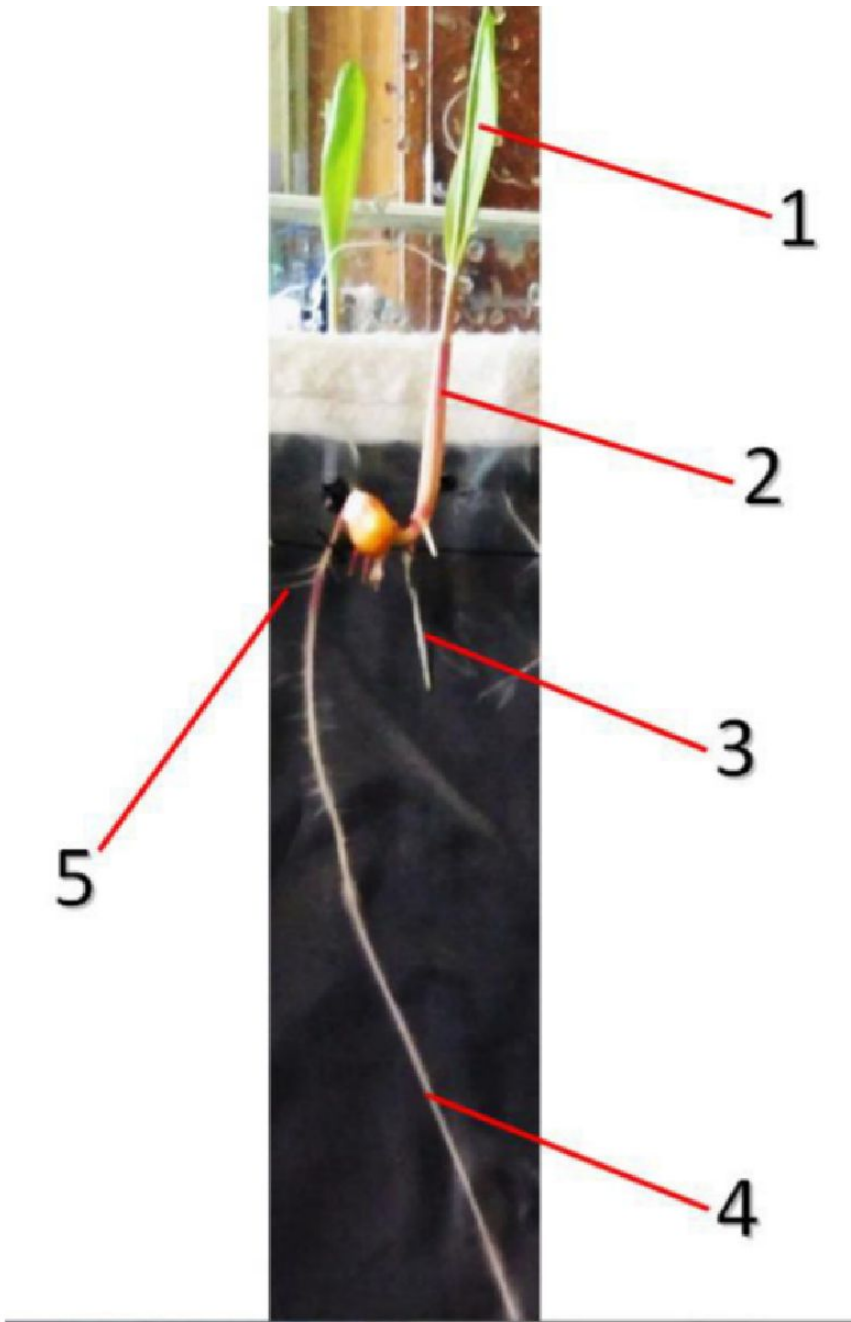


Ответ!

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



1. 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 №2

Растение №1



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