

Константинова Елена Анатольевна

учитель биологии

Муниципальное общеобразовательное учреждение

Маливская средняя общеобразовательная школа

д. Зарудня, Коломенский район, Московская область

## УРОК БИОЛОГИИ В 10 КЛАССЕ

### "АВТОТРОФНОЕ ПИТАНИЕ. ФОТОСИНТЕЗ"

#### **Задачи:**

✓ Образовательные:

расширить и углубить представление о воздушном питании растений, обеспечить усвоение учащимися знаний особенностей процесса фотосинтеза, роли фотосинтеза в природе, условий, влияющих на его скорость; воспитание экологического сознания на примере космической роли фотосинтеза;

✓ Развивающие:

развитие умения применять знания на практике; развитие познавательных умений путем выделения главного и осуществления частично-поисковой познавательной деятельности; развитие умений учебного труда путем развития способности работать в должном темпе

✓ Воспитательные:

способствовать воспитанию любознательности, формированию познавательного интереса к изучаемой теме и предмету в целом, осуществлять экологическое воспитание.

#### **Методы урока:**

- проектно- исследовательский
- критического мышления
- проблемный;
- иллюстративно-словесный;

- дифференцированный.

## Ход урока

### I. Организационный момент

Приветствие, проверка готовности к уроку, позитивный настрой на работу.

### II. Изучение нового материала

На предыдущем уроке мы разобрали этапы энергетического обмена, который даёт всем организмам энергию за счёт биологического окисления. Теперь же рассмотрим пластический обмен на примере фотосинтеза. **(слайд 1)** Эпиграф нашего урока: «Двое правят миром: Красное солнышко да зелёное зёрнышко». В конце урока мы вернёмся к нему с ответом на вопрос: почему эти двое правят миром? Сегодня мы попытаемся раскрыть тайну и ответить на вопросы: «Каким образом растения аккумулируют энергию солнца?», «Действительно ли растения являются хранителями энергии Космоса?».

**(слайд 2 под музыку)**

Какое сложное явление – дерево.

Вглядитесь! В каждом облик утомлённый,

Ему на долю пало древнее:

Оно глотает солнце как лимоны.

Потом хвоей зелёной и листвою

Раздаривает это солнце.

Заснёт. Но исполинский подвиг свой

Опять свершает тут же, как проснётся.

В нём жизни вековое мастерство,

В нём бьются воды, что волны покрепче.

Оно шумит, шуршит и что-то шепчет,

И хочет, чтобы поняли его... (И.Сельвинский)

Как вы думаете в чём смысл этого стихотворения? *(ответы уч-ся)*

Растения – являются источником жизни на Земле, потому что в них происходит процесс, благодаря которому существует весь органический мир, в результате

которого образуются сложные органические вещества, это единственный процесс, который снабжает атмосферу кислородом. И это процесс называется как? *(ответы уч-ся)*

Давайте с вами вспомним, что мы знаем о фотосинтезе из ранее изученного, для этого в сопроводительных карточках к уроку - заполните 1 колонку таблицы

*(уч-ся заполняют 1 столбец, и озвучивают его)*

Знаю	Хочу знать	Узнал на уроке

Теперь подумайте и заполните 2 колонку таблицы

*(уч-ся заполняют 2 столбец и озвучивают его)*

А третью колонку таблицы заполните в конце урока.

**(слайд 3)** Вам на дом было дано задание используя слова - Свет, хлорофилл, кислород, жизнь, фотосинтез и добавляя свои, составить синквейн.

- Какие пятистрочные стихотворные формы вы придумали?

**(слайд 4)** Я придумала вот такой...

Фотосинтез

Сложный, глобальный

Поглощает, образует, использует

Солнечный свет превращается в углеводы

Жизнь

Итак, вы знаете, что фотосинтез – это процесс образования на свету в зелёных листьях растений органических веществ. Для более полного изучения процесса был создан проект «Изучение фотосинтеза» в котором вы приняли непосредственное участие. Работали в группах по определённым мини-проектам. Сегодня на уроке мы подведём итог общему проекту.

История открытия фотосинтеза – насчитывает более 200 лет.

Подробнее об этом нам расскажет группа уч-ся работающая над проектом

«История фотосинтеза».

**(слайд 5 – гиперссылка на слайд 6,7,8)** *(защита проекта – приложение 1)*

О роли фотосинтеза более ста лет назад писал русский ученый Климент Аркадьевич Тимирязев. **(слайд 9)** «Когда-то, где-то на Землю упал луч солнца, но он упал не на бесплодную почву, он упал на зеленую былинку пшеничного ростка, или, лучше сказать, на хлорофилловое зерно. Ударяясь о него, он потух, перестал быть светом, но не исчез ... В той или другой форме он вошел в состав хлеба, который послужил нам пищей. Он преобразовался в наши мускулы, в наши нервы ... Этот луч солнца согревает нас. Он приводит нас в движение. Быть может, в эту минуту он играет в нашем мозгу».

Фотосинтез начинается с улавливания света пигментами (от латинского «пигментум»-краска) окрашенными веществами, входящими в состав хлоропластов растительных клеток.

О различных пигментах хлоропластов узнаем, послушав группу ребят, работающую с проектом «Пигменты фотосинтеза». **(слайд 5 – гиперссылка на слайд 10,11)**

*(защита проекта – приложение 2)*

Хлоропласты являются центром «Фабрики» по производству органических веществ. Давайте вспомним их строение **(слайд 12)**

Хлоропла́сты — зелёные пластиды, которые встречаются в клетках растений и некоторых бактерий. С их помощью происходит фотосинтез. Хлоропласты содержат хлорофилл. Являются двумембранными органеллами. Под двойной мембраной имеются тилакоиды (мембранные образования, в которых находится электронтранспортная цепь хлоропластов). Тилакоиды высших растений группируются в граны, которые представляют собой стопки сплюснутых и тесно прижатых друг к другу тилакоидов, имеющих форму дисков. Соединяются граны с помощью ламелл. Пространство между оболочкой хлоропласта и тилакоидами называется стромой. В строме

содержатся хлоропластные молекулы РНК, пластидная ДНК, рибосомы, крахмальные зёрна, а также ферменты цикла Кальвина

- Как же происходит фотосинтез в хлоропластах растений?
- Какие условия и компоненты необходимы для этого?
- Что образуется в итоге фотосинтеза?
- Что вы можете ответить на эти вопросы?

*(ответы уч-ся)*

Над проектом «Образование крахмала в зелёных листьях» работала 3 группа уч-ся. Они сейчас и расскажут об этом. (слайд 5 – гиперссылка на слайд 13)

*(защита проекта – приложение 3)*

### **Физкультминутка**

Фотосинтез - многоступенчатый процесс и состоит из двух фаз - световой и темновой.

### **Световая фаза фотосинтеза (слайд 14)**

Эта фаза происходит только в присутствии света в мембранах тилакоидов при участии хлорофилла, белков-переносчиков электронов и фермента — АТФ-синтетазы. Её смысл – превратить световую энергию солнца в химическую энергию молекул АТФ и других молекул, богатых энергией.

В хлоропластах хлорофилл и другие пигменты погруженные в тилакоиды, собраны в функциональные единицы, названные фотосистемами. Их 2 типа. В Ф-I реакционный центр образован молекулой хлорофилла в комплексе с особым белком. Этот комплекс поглощает красный цвет с длиной волны 700 нм. и обозначается как Р-700 (р-пигмент, 700 оптимум поглощения, нм) Реакционный центр Ф-II образован молекулой хлорофилла и белком, который поглощает свет с длиной волны 680 нм. ( Р-680) Обе фотосистемы работают синхронно и непрерывно.

1) Фотосистема I. Под действием света электроны в Р-700 переходят в возбуждённое состояние и «перескакивают» на более высокий энергетический

уровень молекулы хлорофилла, где подхватываются молекулами-переносчиками, которые являются биологическими восстановителями, и попадают на НАДФ<sup>+</sup>, восстанавливая его в НАДФ•Н - вещество, являющееся переносчиком водорода. В молекулах хлорофилла Ф-1 остаются незаполненные места электронов. Эти пустующие места заполняют электроны пришедшие из Ф-2

2) Фотосистема II. Под действием света электроны в Р-680 тоже переходят в возбуждённое состояние и «перескакивают» на более высокий энергетический уровень молекулы хлорофилла, где подхватываются молекулами акцепторами-переносчиками и попадают в Ф-1, где заполняют пустующие орбиты, при этом, по пути в Ф-1 электроны расходуют свою энергию на фосфорилирование АДФ в богатую энергией АТФ. При этом в Ф – II остаются незаполненные места электронов. Источником электронов для Ф-II является вода, которая на свету расщепляется на 4 протона Н, 4 электрона, с выделением кислорода в атмосферу. Это расщепление воды на свету носит название – фотолиз ( $2\text{H}_2\text{O} + 4\text{H} + 4\text{e} + \text{O}_2$ )

Результат световой фазы – образование молекул, богатых энергией АТФ и НАДФ•Н<sub>2</sub>, и побочного продукта – O<sub>2</sub>.

**(слайд 15)** Какие выводы мы сделаем по световой фазе:

- 1) Световые реакции идут на свету, в них участвуют пигменты – хлорофиллы и каротиноиды
- 2) В ходе световых реакций расщепляются молекулы воды (фотолиз) с образованием протонов, электронов и молекулярного кислорода; синтезируются молекулы АТФ, восстанавливаются молекулы НАДФ•Н
- 3) Световые реакции протекают в гранах хлоропласта

**Темновая фаза фотосинтеза (слайд 16)**

АТФ и НАДФ • Н используются для синтеза глюкозы, который происходит в строме хлоропласта и не зависит от солнечного света, поэтому этот этап относят к темновой фазе фотосинтеза. Синтез глюкозы происходит в ходе

циклического процесса превращений одних органических веществ в другие. Группа этих реакций получила название по имени открывшего его учёного – Мельвина Кальвина, награждённого за это Нобелевской премией в 1961 г. Для образования глюкозы используются углекислый газ, протоны и электроны – от НАДФ•Н, энергия АТФ

Для синтеза одной молекулы глюкозы необходимо 6 оборотов цикла, 6 молекул  $\text{CO}_2$ , 18 молекул АТФ, 12 НАДФ•Н и 24 протона.  $6\text{CO}_2 + 24\text{H} + \text{АТФ} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O}$

Глюкоза может быть использована в дальнейшем как на синтез сложных углеводов, целлюлозы и крахмала, так и на образование белков и липидов.

Итоговое уравнение фотосинтеза:  $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \uparrow$

**(Гиперссылка на слайд 5)**

Фотосинтез осуществляется в полуавтономных органеллах – хлоропластах. Однако он в значительной мере контролируется процессами, происходящими в растении, и факторами внешней среды. 4-я группа учащихся разрабатывала проект «Зависимость фотосинтеза от внешних и внутренних факторов».

Послушаем их. (слайд 5, гиперссылка на слайд 17,18)

*(защита проекта – приложение 4)*

Давайте вернёмся к началу урока к таблице и заполним третью колонку – Узнали ли вы что-то новое для себя об этом уникальном процессе.

*(уч-ся заполняют третий столбик и озвучивают его)*

**Значение фотосинтеза (слайд 19)**

Фотосинтез — единственный процесс в биосфере, ведущий к увеличению ее свободной энергии за счет внешнего источника. Запасенная в продуктах фотосинтеза энергия — основной источник энергии для человечества.

Ежегодно на планете образуется 150 млн тонн органического вещества.

В атмосферу ежегодно выделяется 200 млн тонн кислорода, который необходим для всех живых организмов.

Из кислорода в верхних слоях атмосферы образуется озон, который защищает всё живое на Земле от губительного действия УФ-лучей.

Фотосинтез препятствует увеличению концентрации CO<sub>2</sub>, предотвращая перегрев Земли вследствие так называемого «парникового эффекта».

Квадратный метр поверхности листьев в течение одного часа продуцирует около одного грамма сахара; это значит, что все растения, по приблизительной оценке, изымают из атмосферы от 100 до 200 млрд. тонн С в год. Около 60 % этого количества поглощают леса, занимающие 30 % непокрытой льдами поверхности суши, 32 % — окультуренные земли, а оставшиеся 8 % — растения степей и пустынных мест, а также городов и поселков.

Такова, как говорил К.А.Тимирязев, космическая роль зеленого растения

Давайте вспомним эпиграф урока. Почему же *красное солнышко да зелёное зёрнышко* правят миром? (ответы уч-ся)

Изобретатель паровоза Стефенсон как-то задал вопрос своему приятелю: «Что движет проходящий перед нами поезд?» «Конечно, твое изобретение», — ответил его друг. «Нет, — сказал Стефенсон, — его движет тот солнечный луч, который сотни миллионов лет назад поглотило зеленое растение».

**(слайд 20) ВНИМАНИЕ, ОПАСНОСТЬ!**

Недооценка значения фотосинтеза при всеобщей глобальности его проявления в настоящее время привела к некоторым экологическим катастрофам местного масштаба и неуклонно приближает нас к планетарному кризису. С каждым годом промышленное потребление кислорода достигает почти 5 % от его биологической продукции. Ежегодный дефицит кислорода составляет почти 10 млрд. т. Одновременно регистрируется ежегодный прирост углекислого газа, составляющий до 1,5 % от содержания его в атмосфере (0,03 %).

**III. Закрепление изученного материала. Тестовое задание:**

1. Хлорофилл в клетке находится ...  
а) в ядре; б) в пластидах; в) в цитоплазме.
  2. Крахмал, образующийся в листьях в процессе фотосинтеза, является ...  
а) запасным питательным веществом; б) побочным продуктом обмена.
  3. Первым изучил механизм роста растений...  
а) Д. Пристли; б) Ян Ван Гельмонт; в) К.А.Тимирязев.
  4. Какие вещества необходимы для фотосинтеза?  
а) кислород и вода                      б) кислород и углекислый газ  
в) вода и углекислый газ              г) углекислый газ.
  5. Закончите предложение: конечные продукты световой фазы фотосинтеза – это...  
а) АТФ, НАДФ8Н, O<sub>2</sub>      б) глюкоза, аминокислоты      в) CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O
  6. Какова роль электронов в световых реакциях фотосинтеза:  
а) запасают и отдают энергию для синтеза АТФ  
б) обеспечивают фотолиз воды  
в) ускоряют химические реакции
  7. Установите правильную последовательность процессов фотосинтеза.  
А. преобразование солнечной энергии в энергию АТФ  
Б. образование возбужденных электронов хлорофилла  
В. фиксация углекислого газа  
Г. образование крахмала  
Д. преобразование энергии АТФ в энергию глюкозы
- (слайд 21) Взаимопроверка – ответы выводятся на экран.**

**IV. (слайд 22) Рефлексия. (продолжение ответов)**

- |                       |                   |                |
|-----------------------|-------------------|----------------|
| сегодня я узнал...    | было интересно... | было трудно... |
| я выполнял задания... | теперь я могу...  | я приобрел...  |
| я научился...         | меня удивило...   |                |

Домашнее задание: § 24. таблица (слайд 23)

**Использованная литература и интернет – ресурсы**

Общая биология Учебник для 10-11 классов школ с углублённым изучением биологии под редакцией проф. А.О. Рувинского, Москва «Просвещение» 1995г.

Артемов А. «Энциклопедия БИОЛОГИЯ», 1995,

<http://fizrast.ru/fotosintez/pigmenty.html> - физиология растений

<http://www.aqa.ru/photosintez>

<http://isfari.ru/poteplenie/> - графики

<http://www.ecosystema.ru/07referats/01/photosintez.htm>

### Проект № 1. История открытия фотосинтеза.

Перед нами стояла задача проследить историю фотосинтеза. Значение фотосинтеза не осознавалось до сравнительно недавнего времени. Аристотель и другие учёные Греции, наблюдая, что жизненные процессы животных зависят от потребления пищи, полагали, что растения добывают свою «пищу» из почвы.

В начале XVII в. фламандский врач Ван Гельмонт вырастил в кадке с землей дерево, которое он поливал только дождевой водой. Он заметил, что спустя пять лет, дерево выросло до больших размеров, хотя количество земли в кадке практически не уменьшилось. Ван Гельмонт, естественно, сделал вывод, что материал, из которого образовалось дерево произошёл из воды, использованной для полива. Работа Ван-Гельмонта составила основу для так называемой водной теории питания растений, которая держалась довольно долгое время.

Английский ботаник и химик С.Гейлс в своей книге «Статика растений» (1727) высказал предположение, что растения значительную часть «пищи» получают из воздуха. Сходные мысли находят у М.В.Ломоносова. В «Слове о явлениях воздушных» (1753) он писал: «Преизобильное ращение тучных дерев, которые на бесплодном песку корень свой утверждали, ясно изъявляет, что листьями жирный тук из воздуха впитывают...». Так возникла идея о воздушном питании растений.

В тот же период в 1771 году знаменитый английский химик Джозеф Пристли (он был одним из первооткрывателей кислорода) провел серию опытов по горению и дыханию и пришел к выводу о том, что зелёные растения способны совершать все те дыхательные процессы, которые были обнаружены в тканях животных. Пристли сжигал свечу в замкнутом объеме воздуха, и обнаруживал, что получавшийся при этом воздух уже не может поддерживать горение. Мышь, помещенная в такой сосуд, умирала. Однако веточка мяты продолжала жить в воздухе неделями. В заключение Пристли обнаружил, что в воздухе,

восстановленном веточкой мяты, вновь стала гореть свеча, могла дышать мышь.

Спустя несколько лет в 1779 году голландский врач Ингенхауз обнаружил, что растения окисляют кислород лишь на солнечном свете и что только их зеленые части обеспечивают выделение кислорода.

В 1782 году Жан Сенебье, подтвердил данные Ингенхауза и продолжил исследование, показав, что в качестве питательного вещества растения используют двуокись углерода, растворенную в воде.

В 1864 году Французский физиолог растений Жан Буссенго - установил соотношение объемов превращающегося в органические соединения  $\text{CO}_2$  и выделяемого  $\text{O}_2$  (1:1)

В XX веке были сделаны следующие открытия в этой области:

1905 г. - Английский физиолог растений Ф.Ф. Блэкман высказал предположение, что фотосинтез представляет собой двухстадийный процесс, включающий фотохимическую, т.е. световую, реакцию и нефотохимическую, т.е. темновую, реакцию

1937 г. - Р.Хилл обнаружил, что изолированные хлоропласты способны высвобождать кислород в присутствии окислителя (акцептора электронов)

1940 г. - Г.Фишер определил структурную формулу хлорофилла в опытах с последовательным разрушением молекул пигмента

1941 г. – Американские учёные Рубен и Камен установили факт разложения воды, приводящего к выделению свободного кислорода при фотосинтезе

1946 г. - Бассэм, Бенсон, Кальвин определили последовательность темновых реакций фотосинтеза.

## Проект № 2. Пигменты хлорофилла

Целью нашего исследования стали пигменты хлорофилла, участвующие в фотосинтезе.

В состав молекулы хлорофилла входит плоская голова, поглощающая свет, в центре которой расположен атом магния. Молекула хлорофилла включает себя еще и длинный гидрофобный (отталкивающий воду) углеводородный хвост.

Хлорофилл **a** — наиболее часто встречающийся пигмент фотосинтеза. Он существует в нескольких формах, в зависимости от расположения в мембране.

Кроме хлорофилла **a** в растительной клетке имеются различные виды хлорофилла - хлорофилл **b**, **c**, **d**. Хлорофилл **a** найден у всех растений, тогда как хлорофилл **b** отсутствует у многих водорослей и у некоторых других растений. Помимо хлорофилла, растения содержат и много других пигментов, чем и объясняется разнообразие их окраски. В растениях есть темно-оранжевый пигмент - каротин и ксантофилл - желтый пигмент. Красные водоросли и цианобактерии содержат фикоэритрин и фикоцианин (также принимающие участие в фотосинтезе, подчас более активное, чем имеющийся у них хлорофилл). Некоторые из этих пигментов способны поглощать и передавать хлорофиллу солнечную энергию. Солнечный свет, достигающий поверхности Земли, обладает максимальной интенсивностью в сине-зеленой и зеленой областях спектра (450-550 нм). Но именно в этой области спектра хлорофилл **a** поглощает минимум света. Максимумом поглощения хлорофилл **a** характеризуется в фиолетовой области света - примерно при 440 нм, а также в дальней красной области света - примерно при 700 нм; хлорофилл **b** поглощает кванты света в красной области света - примерно при 660 нм. Каротиноиды интенсивно поглощают свет в сине-зеленой или зеленой областях спектра и передают эту энергию на хлорофилл.

**Проект № 3. Образование крахмала в зелёных листьях на свету  
и при наличии углекислого газа**

Перед нашей группой стояла задача экспериментально доказать, что образование крахмала в зелёных листьях происходит на свету и при наличии углекислого газа.

Для этого мы провели – «пробу Сакса». 1 декабря заложили опыт: взяли растение герань, хорошо его полили, для того, чтобы произошёл отток крахмала и поставили его в тёмный шкаф. Через несколько дней растение из шкафа вытащили и на нескольких листьях закрепили тёмные кусочки бумаги с вырезанными фигурами. И поставили герань на солнце ещё на несколько дней. После того как растение стояло на свету, мы продолжили опыт и срезали листья с наклейками и простые листья, выдерживали их две, три минуты в кипящей воде и поместили в стакан с горячим спиртом для получения вытяжки хлорофилла. Обесцвеченные листья обработали раствором йода.

На листьях растения, на который были закреплены наклейки проявится конфигурация фигурок, которые была прикреплены к ним. Листья, которые были всегда на свету, равномерно окрасились в синий цвет. Этот опыт доказал, что крахмал образуется в зелёных частях только на свету.

У другого растения герани мы смазали вазелином лист с двух сторон, и не смотря на то, что растение постоянно стояло на свету, лист не окрасился в синий цвет от йода. Это доказывает, то что в лист не проникал углекислый газ из окружающей среды, и хотя лист постоянно освещался солнцем, крахмал в нём не образовался.

**Проект № 4. Зависимость фотосинтеза от внешних и внутренних факторов.**

Целью нашего задания было проследить зависимость фотосинтеза от внешних и внутренних факторов. Все факторы среды действуют на организм одновременно и в комплексе. Этот принцип нагляднее всего можно проиллюстрировать примером изменения интенсивности фотосинтеза в течение дня. Из графика следует, что по мере увеличения силы освещенности (начиная с 4—5 ч утра и до 12 ч дня) интенсивность фотосинтеза возрастает. Однако одновременно с изменением освещенности повышается и температура, что приводит к усилению ферментативной активности.

Следующий график показывает, как скорость фотосинтеза зависит от концентрации углекислого газа в атмосфере. Стрелочка, восходящая от оси абсцисс показывает современное содержание углекислого газа в атмосфере. Повышение содержания  $CO_2$  с 0,03 % до 0,3 % вызывает увеличение интенсивности фотосинтеза. Дальнейшее возрастание концентрации  $CO_2$  до 1 % не сказывается на фотосинтезе, но более высокий уровень  $CO_2$  в воздухе приводит к депрессии фотосинтеза

На следующем графике мы видим как влияет температура на интенсивность фотосинтеза. После 25°C для условий плохой освещенности и после 35°C для условий хорошей освещенности деятельность хлорофилла угнетается, причём весьма круто. Возраст отдельных органов и растения в целом является существенным эндогенным фактором, определяющим скорость фотосинтеза. У молодого листа фотосинтез увеличивается до определенного максимума, достигая его еще перед окончанием роста листа, т.е. до формирования его полной площади. Этот период называется фотосинтетической зрелостью листа и длится разное время.

Исключение любого элемента минерального питания отрицательно сказывается на фотосинтезе. Особенно важны такие элементы как магний, железо, марганец, медь, калий и азот. Магний входит в состав хлорофиллов, Железо необходимо

для синтеза хлорофиллов. Марганец участвует в фоторазложении воды. Азот необходим для формирования хлоропластов и образования пигментов.