

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии

Отделение непрерывного образования

Кафедра физиологии человека и методики обучения биологии

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_

д. п. н., профессор Н. З. Смирнова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Выпускная квалификационная работа

**Методика изучения темы «Фотосинтез»  
в процессе обучения биологии**

Выполнил студент VI курса по специальности - 050102.65 «Биология»

Гайдук Евгений Александрович

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Научный руководитель:  
Бережная Оксана Викторовна  
старший преподаватель

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рецензент:  
Прохорчук Елена Николаевна  
доцент, кандидат педагогических наук

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Дата защиты 18.12.2015 г.

Оценка \_\_\_\_\_

Красноярск 2015

Реферат  
выпускной квалификационной работы  
Гайдука Евгения Александровича  
«Методика изучения темы «Фотосинтез» в процессе обучения биологии»

На основе анализа психолого-педагогической и методической литературы, а также собственных исследований изучены методики к теме «Фотосинтез» при формировании биологических знаний.

В работе рассматриваются определение, общее уравнение, основные этапы становления учения о фотосинтезе. Историческое значение работ К. А. Тимирязева.

Определены методические особенности использования темы «Фотосинтез» в процессе формирования биологических знаний учащихся в основной школе.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, объёмом 54 стр., включая 39 литературных источников, 5 рисунков, 5 таблиц.

## Содержание

Введение.....	5
Глава I. Теоретические основы изучения темы «Фотосинтез» в школьном курсе биологии.....	8
1.1. Ретроспектива темы «Фотосинтез» в научной литературе.....	8
1.2. Методика изучения темы «Фотосинтез» на уроках биологии.....	17
Глава II. Изучение темы «Фотосинтез» в школьном курсе биологии.....	22
2.1. Современное состояние исследуемой проблемы в практике работы школы.....	22
2.2. Формирование биологических знаний по теме «Фотосинтез» в школьном курсе биологии (итоги экспериментального обучения).....	27
Выводы.....	50
Список литературы.....	51

## Введение

Увеличение умственной нагрузки на уроках заставляет задуматься над тем, как поддержать у обучаемых интерес к изучаемому материалу, их активность на протяжении всего урока.

В связи с этим ведутся поиски новых эффективных методов обучения, и таких методических приемов, которые активизировали бы мысль школьников, стимулировали бы их к самостоятельному приобретению знаний в деятельности на уроке.

Возникновение интереса к предмету биологии у обучаемых зависит в большей степени от методики его преподавания, от того, насколько умело будет построена учебная работа. Надо позаботиться о том, чтобы на уроках каждый ученик работал активно и увлеченно, и использовать это как отправную точку для возникновения и развития любознательности глубокого познавательного интереса.

Фотосинтез, как правило, изучается в школе трижды или четырежды. Первый раз о нем упоминается в начальной школе. Результатом этого обучения становится широко распространенное среди 4-6 классов (а иногда и среди учителей начальной школы) заблуждение, что растения дышат «не так, как животные и люди, а наоборот: вдыхают углекислый газ, а выдыхают кислород». Стоит заодно отметить, что слова «кислород» и «углекислый газ» школьникам этого возраста абсолютно не понятны, поскольку никаких практических способов обнаружения этих сущностей у них нет. Они могут лишь заучить и воспроизводить фразу о том, что «кислород и углекислый газ – это газы, входящие в состав воздуха». Именно поэтому мы полагаем, что эти термины не должны изучаться в начальной школе.

Второй раз фотосинтез изучается на уроках биологии в 5 и 6 классе, в зависимости от используемой программы. Изучаемые идеи укладываются рядом с уже укоренившимися заблуждениями, в большинстве случаев не

преобразуя, не изменяя их, и отлично уживаются вместе с ними в одной голове, не чувствительной к противоречию.

Наконец, в третий раз это «научное знание» дополняется и обогащается разнообразными химическими украшениями и деталями (темновая и световая фазы и т.д.), и происходит это в 9 классе, а затем и в старшей школе [16, с.46].

Целью исследования: изучить содержание и формы работы на уроке, направленных на развитие знаний учащихся при изучении темы «Фотосинтез».

Объект исследования: образовательный процесс по биологии в основной школе, включающий изучение темы «Фотосинтез».

Предмет исследования: содержание, формы и методы организации деятельности учащихся на уроке биологии, при изучении темы «Фотосинтез».

Гипотеза исследования: заключается в том, что применение методов в соответствии с содержанием, расширение материальной базы по предмету и учетом возрастных особенностей учащихся значительно повысят уровень знаний по теме «Фотосинтез».

Цель, объект и предмет исследования позволили выдвинуть задачи исследования:

1. Изучить биологическую, педагогическую, методическую литературу по проблеме исследования.
2. Определить состояние исследуемой проблемы в практике школьного биологического образования.
3. Доказать правильность выбора методов обучения биологии в соответствии с содержанием при изучении темы «Фотосинтез».

Исследование проходило на базе МБОУ СОШ № 97 г. Красноярск и включало в себя три этапа.

Этапы исследования.

1. Констатирующий этап. На данном этапе изучалась психолого-педагогическая литература, определялась методика проведения эксперимента,

осуществлялась диагностика начального уровня развития знаний учащихся к урокам биологии.

2. Формирующий этап. На данном этапе исследования разрабатывался и апробировался эксперимент по исследованию.

3. Контрольный этап. На данном этапе проведен анализ, систематизация и обобщение данных, полученных в ходе педагогического исследования, формулировка выводов и оформление выпускной квалификационной работы.

# **Глава I. Теоретические основы изучения темы «Фотосинтез» в школьном курсе биологии**

## **1.1 Ретроспектива темы "Фотосинтез" в научной литературе**

Научная проблема и учение о фотосинтезе имеет более чем 200-летнюю историю и развивается чрезвычайно быстрыми темпами. Это учение об уникальной функции растительного организма. Только за последнее десятилетие в области физико-химических и биофизических основ фотосинтеза достигнуты большие успехи. Исследована структура фотосинтетического аппарата на субклеточном, мембранном и молекулярном уровнях, изучена морфология тилакоидных мембран, расшифрована структура реакционных центров фотосистем и электрон-транспортной цепи фотосинтеза. Успешно исследуется геном хлоропластов, изучено взаимодействие хлоропластного генома с ядерным, что является основой генетической регуляции фотоавтотрофной клетки. С помощью рестриктазных эндонуклеаз проведено картирование хлоропластных ДНК некоторых организмов (шпинат, кукуруза, горох, табак и др.) [2, с.34].

Фотосинтез растений представляет собой сложный физико-биохимический процесс, благодаря которому растения преобразовывают электромагнитную энергию, находящуюся в солнечных лучах, в химическую энергию, используемую в органических соединениях. В основе данного процесса лежит цепочка окислительно-восстановительных химических реакций, в результате которых электроны переносятся от доноров-восстановителей, которыми являются водород и вода, к акцепторам, представляющим собой окислители. При этом образуются углеводы и выделяется  $O_2$  при окислении воды. Фотосинтез растений имеет две последовательных стадии. Первая стадия называется световой (фотохимической). На этом этапе квантовая световая энергия преобразуется в химическую энергию для связей высокоэнергетических соединений, а также в универсальный восстановитель. На второй стадии, имеющей название

темновой (метаболической), полученная химическая энергия и универсальный восстановитель проходят цикл для фиксации и восстановления углекислоты, в результате чего образуются углеводы. Механизм фотосинтеза разделяет световую и темновую стадии не только во времени, но и в пространстве. Световой этап проходит в специальных тилакоидных энергопреобразующих мембранах, в то время как темновые реакции проходят либо в строме хлоропласта, либо в цитоплазме. Фотосинтез и дыхание растений основывается на поглощении световых квантов, где основную роль играют хлорофиллы, спектр поглощения которых включает видимую область, а также ближние к ней части инфракрасных и ультрафиолетовых областей. Основным пигментом для всех растений, осуществляющих фотосинтез, является хлорофилл а. Зеленые водоросли, мхи и сосудистые растения имеют еще и хлорофилл b, который расширяет поглощаемый световой спектр. Некоторые виды водорослей содержат также хлорофиллы с и d. Помимо хлорофиллов, в процессе поглощения света принимают также участие каротиноиды и фикобилины. После поглощения света наступает фотохимический этап, в котором принимают участие две фотосистемы типов I и II (ФС1 и ФС2).

Каждая из фотосистем состоит из реакционного центра, где происходит разделение зарядов, электротранспортной цепи, где происходит окисление электронов, и набора компонентов, которые выполняют процессы по фотоокислению воды и регенерации реакционного центра. В реакционных центрах квантовая световая энергия преобразуется в химическую, а дальше электроны движутся согласно градиенту электрохимического потенциала, представляющего собой электрон-транспортную цепочку фотосинтеза. Фотосистема типа II выполняет реакции по фотоокислению воды, в результате чего образуется кислород и протон  $H^+$ . Параллельно фотосинтетическому транспорту электронов происходит процесс переноса протонов из хлоропласта во внутритилакоидную область. В результате реакций образуются НАДФН и АТФ, которые являются первичными продуктами фотосинтеза.

Далее фотосинтез растений образует ферментативные реакции, при которых из углекислот получают белки, углеводы и жиры. Если же темновой метаболизм имеет неуглеводную направленность, то образуются аминокислоты, органические соединения и белки. Метаболические процессы по типу фиксации  $\text{CO}_2$  подразделяются на C3-, C4- и САМ-фотосинтез. При этом углеводы, которые образуются на темновой стадии фотосинтеза, могут отложиться в хлоропластах в виде соединений крахмала, выйти из хлоропластов для образования новых клеток, выполнять функции источника энергии для метаболических реакций. Фотосинтез растений использует лишь 1-2 процента поглощенной световой энергии. На интенсивность процесса фотосинтеза влияет спектральный состав и интенсивность света, температура, водный режим растения и его минеральное питание, концентрация  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ , а также другие факторы окружающей среды.

Фотосинтез – это образование на свету в листьях из углекислого газа и воды органических соединений. Органическими соединениями называют питательные химические вещества. Жизнь всего живого связана с наличием органических соединений – белков, жиров, углеводов [13, с.56].

Это определение впервые было дано в 70 годы К.А. Тимирязевым. С точки зрения современной науки процесс фотосинтеза – это совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии световых квантов в различных реакциях. Определение показывает, как сложен процесс фотосинтеза.

Первые опыты по фотосинтезу были проведены Джозефом Пристли в 1770—1780-х годах, когда он обратил внимание на «порчу» воздуха в герметичном сосуде горящей свечой (воздух переставал быть способным поддерживать горение, помещённые в него животные задыхались) и «исправление» его растениями. Пристли сделал вывод что растения выделяют кислород, который необходим для дыхания и горения, однако не заметил что для этого растениям нужен свет. Это показал вскоре Ян Ингенхаус.

Позже было установлено, что помимо выделения кислорода растения поглощают углекислый газ и при участии воды синтезируют на свету органическое вещество. В 1842 Роберт Майер на основании закона сохранения энергии постулировал что растения преобразуют энергию солнечного света в энергию химических связей. В 1877 В. Пфеффер назвал этот процесс фотосинтезом.

В течение тысячелетий люди считали, что питается растение исключительно благодаря корням, поглощая с их помощью все необходимые вещества из почвы. Проверить эту точку зрения взялся в начале девятнадцатого века голландский натуралист Ян Ван Гельмонт. Он взвесил землю в горшке и посадил туда побег ивы. В течение пяти лет он поливал деревце, а затем высушил землю и взвесил её и растение. Ива весила семьдесят пять килограмм, а вес земли изменился всего на несколько сот граммов. Вывод учёного был таков — растения получают питательные вещества прежде всего не из почвы, а из воды. На два столетия в науке утвердилась теория водного питания растений. Листья, по этой теории, лишь помогали растению испарять излишнюю влагу. К самому неожиданному, но правильному предположению о воздушном питании растений ученые пришли лишь к началу девятнадцатого века. Важную роль в понимании этого процесса сыграло открытие, совершенное английским химиком Джозефом Пристли в 1771 году. Он поставил опыт, в результате которого он сделал вывод: растения очищают воздух и делают его пригодным для дыхания.

Позднее выяснилось: для того, чтобы растение очищало воздух, необходим свет. Десять лет спустя учёные поняли, что растение не просто превращает углекислый газ в кислород. Углекислый газ необходим растениям для жизни, он служит для них настоящей пищей (вместе с водой и минеральными солями). Воздушное питание растений называется фотосинтезом. Кислород в процессе фотосинтеза выделяется в качестве необычного продукта. Миллиарды лет назад на земле не было свободного

кислорода. Весь кислород, которым дышат почти все живые существа нашей планеты, выделен растениями в процессе фотосинтеза. Фотосинтез сумел изменить весь облик нашей планеты! Начиная с семидесятых годов прошлого столетия, крупные успехи в области фотосинтеза были получены в России. Работами русских учёных К.А. Пуриевича, Д.И. Ивановского, И.И. Иванова, С.П. Костычева были изучены многие стороны этого процесса.

Примечательный факт беспомощности естественной эволюции перед фотохимическим процессом можно объяснить только тем, что фактор, который так жестко лимитирует скорость фотосинтеза, лежит вне этого процесса, а его природа - неорганическая. Он сформировался во Вселенной задолго до появления растений, поэтому все фотосинтезирующие системы, в ходе своего исторического развития, были вынуждены просто к нему пассивно приспосабливаться, как заданной константе внешнего мира косной материи, которую невозможно изменить доступными жизни способами развития. Соответственно, решение проблемы увеличения скорости реакций фотосинтеза необходимо искать не в функциональных и морфологических таинствах растительных форм жизни, а на границе между жизнью и неорганической средой – в особенностях взаимодействия клеток растений с физико-химическими процессами природы [2, с.34].

Если не забираться в микроскопические глубины биохимии и морфологии фотосинтезирующих клеток, то процесс фотосинтеза достаточно прост. Он состоит из двух стадий – энергетической и синтетической. На первой стадии световая солнечная радиация преобразуется, с помощью хлорофилла (биохимического фотоэлемента), в электрохимические формы энергии, пригодные для осуществления последующих реакций биохимического синтеза и получения активного водорода электролизом внутриклеточной воды. На второй стадии углерод углекислоты фиксируется по циклу Кальвина в углеводы и другие органические соединения.

Именно исследование второй – синтетической фазы фотосинтеза, позволяет выявить неорганический фактор, лимитирующий его скорость. Им является величина диссоциации углекислого газа в воде:

Все биохимические процессы синтеза и обмена веществ в клетке происходят в водных растворах. Элементы и соединения, в том числе и активный углерод углекислоты, усваиваются клеточными органоидами только в диссоциированном на ионы виде. Поэтому от степени диссоциации  $\text{CO}_2$  в воде напрямую зависит и скорость вступления углерода углекислоты в ключевую, мгновенную синтетическую реакцию его биофиксации с пятиуглеродным сахаром в цикле Кальвина. Это самое узкое место всего процесса фотосинтеза, которое невозможно расширить физико-химическими способами, доступными естественной эволюции растительных форм жизни.

Вот некоторые из опробованных растениями методов повышения концентрации диссоциированных ионов углекислоты в своих внутриклеточных водных растворах:

Стадия фиксации углерода в строме хлоропласта чувствительна к повышению температуры. С увеличением температуры повышается скорость оборота цикла Кальвина, что могло бы, в принципе, увеличить продуктивность фотосинтетического процесса растений, живущих в жарком, тропическом климате. Но из вышеприведённой таблицы видно, что с увеличением температуры с 20 до 50°C в 2,4 раза падает растворимость углекислоты в воде, что сводит на нет весь возможный положительный эффект термоускорения С3-цикла. Более того, сахарному тростнику и колючим кустарникам в Долине Смерти пришлось даже вырабатывать специальный защитный С4-цикл фиксации углерода, позволивший им выжить в условиях резкого понижения концентрации  $\text{CO}_2$  в перегретых внутриклеточных растворах [3, с.34].

Углекислота намного лучше растворяется в концентрированных солевых растворах (например, карбонатов) или в органических растворителях (спирте,

метаноле, ацетоне). Однако для клеток эти среды являются смертельно токсичными.

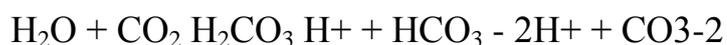
Растворимость  $\text{CO}_2$  в воде может быть увеличена повышением давления. Но реально давление внутриклеточной жидкости может быть повышено в несколько раз только перемещением растений в глубины морей и океанов, где фотосинтез невозможен из-за отсутствия света.

Недостаточную растворимость углекислоты в воде можно компенсировать ускорением процессов механической циркуляции внутриклеточных растворов. Однако растения, в ходе эволюции, уже полностью исчерпали этот небольшой резерв производительности, на 100% задействовав все физико-химические возможности капиллярно-осмотических эффектов транспортировки потоков и пропускной способности внутриклеточных мембран.

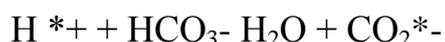
Можно продолжить этот перечень «неудач» природной эволюции, но и так уже ясно, что повысить скорость диссоциации углекислоты и, соответственно, скорость всего фотосинтетического процесса можно только искусственно оснастив растительные клетки физико-химическими «орудиями», которые не смогут сами сформироваться в естественной природе без помощи сознательного управления человеком биохимическими процессами растительных форм жизни [3, с.56].

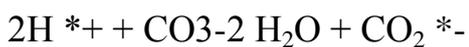
Рассматриваемый процесс диссоциации и активизации углекислоты в воде состоит из следующих основных стадий:

1 стадия: насыщение воды газообразной углекислотой, поступающей из атмосферы, с последующей диссоциацией молекул образовавшейся угольной кислоты на электролитически активные ионы:



2 стадия: образование фотосинтетически активных анион-радикалов углекислоты, вступающих далее в биохимические реакции цикла Кальвина:





(образование протон-радикалов идёт по реакции:  $\text{H} + \text{H}^{*+}$ )

Здесь важно отметить, что воду можно насытить большим объёмом углекислоты, но при этом на ионы будет диссоциироваться только 0,1% от растворившегося объёма. Так концентрация водородных ионов в водных растворах  $\text{CO}_2$  практически не зависит от давления – при увеличении давления от 100 до 2340 кПа и соответствующем повышении концентрации молекул углекислоты в воде с 2 до 80,5 г/л, pH раствора остаётся постоянным (3,2-3,5). Поэтому простым увеличением концентрации диоксида углерода во внутриклеточных растворах фотосинтез интенсифицируется незначительно. Например, повышение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере теплиц с 0,03 до 0,3% позволяет увеличить урожайность овощных культур в 1,5 раза, но потом углекислота начинает угнетать рост растений и скорость фотосинтеза резко падает [14, с.54].

Однако известно, что «кислая» вода более интенсивно растворяет углекислоту, причём как раз за счёт увеличения её диссоциации на ионы угольной кислоты. Если искусственно повысить во внутриклеточных реакционных растворах концентрацию активных протон-радикалов ( $\text{H}^{*+}$ ), то можно увеличить в строме хлоропластов общее количество диссоциированных ионов ( $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ ), которые способны тут же вступать в реакцию с протон-радикалами и преобразовываться в фотосинтетически активные анион-радикалы углекислоты ( $\text{CO}_2^{*-}$ ).

Для интенсификации процессов насыщения внутриклеточных водных растворов протон-радикалами мы предлагаем использовать реакцию естественного ядерного распада короткоживущего искусственного изотопа магния  $\text{Mg}^{28}$ .

Этим изотопом можно заместить в молекуле хлорофилла стабильные природные изотопы магния. На биохимической реакции поглощения световой энергии это никак не скажется, но он будет своим слабым и излучением

способствовать дополнительному радиолизу воды на ионы, с последующей активизацией образовавшихся протонов УФ и излучением до протон-радикалов [2, с.34].

Идентичность фото- и биохимических свойств всех изотопов магния в молекуле хлорофилла гарантирует сохранение избирательности реакций образования протон-радикалов в хлоропластах и митохондриях растительных клеток, их протекание по естественному механизму насыщения  $H^{*+}$ -резервуара и образования АТФ в существующих клеточных формах. Малый период полураспада и слабая интенсивность излучения (на уровне естественного радиоактивного фона) гарантируют безопасность применения этого катализирующего фотосинтез изотопа. Прямой синтез изотопа  $Mg^{28}$ , непосредственно в молекулах хлорофилла, внутри хлоропластов фотосинтезирующих клеток, из природных стабильных изотопов  $Mg^{24}$ ,  $Mg^{25}$  и  $Mg^{26}$  возможен способом внутриклеточного «холодного» ядерного синтеза по реакциям:

Повышение производительности процесса фотосинтеза, кроме очевидных эффектов увеличения сельскохозяйственного производства и сокращения посевных площадей, принесёт и дополнительную экологическую пользу. Ускорятся процессы поглощения растениями избытка атмосферной углекислоты техногенного происхождения, угрожающей Земле «парниковым эффектом». Можно будет даже приступить к подземной термической газификации запасов связанного углерода, 99,5% которого сейчас законсервировано природой в громадных залежах карбонатных пород. Выделяющуюся при термическом разложении карбонатов углекислоту можно перевести ускоренным фотосинтезом в органические соединения растительной биомассы, возобновляемое производство которой станет реальной альтернативой экологически грязным технологиям добычи ископаемого топлива – нефти, газа, угля (0,02% мировых запасов связанного углерода).

Человек использует около 7% продуктов фотосинтеза в пищу, в качестве корма для животных и в виде топлива и строительных материалов.

Фотосинтез, являющийся одним из самых распространенных процессов на Земле, обуславливает природные круговороты углерода, кислорода и других элементов и обеспечивает материальную и энергетическую основу жизни на нашей планете. Фотосинтез является единственным источником атмосферного кислорода.

## 1.2. Методика изучения темы «Фотосинтез» на уроках биологии

Проверка знаний энергетического обмена позволяет отметить общность этого процесса в клетках животных и растений. Учащиеся вспоминают, как образуется крахмал в клетках растений. В связи с этим учитель вводит определение фотосинтеза. Затем устанавливает различия между разными типами питания организмов: при гетеротрофном питании организмы поглощают вещества, имеющие запас химической энергии, при автотрофном организмы используют энергетически бедные вещества и энергию света (фотосинтез) или несложных химических реакций (хемосинтез). После краткого раскрытия истории фотосинтеза учитель записывает на доске суммарное уравнение этого процесса (рис.1).



Рис.1. Суммарное уравнение процесса фотосинтез

и ставит проблему: каким образом из энергетически бедных веществ на свету образуется богатое энергией вещество — глюкоза?

Для решения этой проблемы внимание школьников обращается на строение и свойства органического пигмента — хлорофилла, способного улавливать лучи света.

Для формирования четких знаний о хлорофилле при возможности учитель демонстрирует извлечение и разделение пигментов листа методом бумажной хроматографии. В ступке растирает порошок сухих листьев крапивы. К полученной массе приливает несколько миллилитров спирта и растирание продолжает; Полученную смесь фильтрует, затем несколько капель вытяжки наносит в середину кружка фильтровальной бумаги. Когда пятно высохнет, в его центре делает небольшое отверстие (диаметром 2—3 мм). Из чистого кусочка фильтровальной бумаги готовит трубочку — фитилек длиной 7—8 см и вставляет ее в отверстие в центре пятна. Затем бумажный кружок с фитильком кладет на стаканчик со смесью спирта с водой или бензином так, чтобы фитилек соединял эту смесь с поверхностью пятна. Когда диаметр расплывшегося пятна достигнет 4—6 см, кружок освобождает от фитилька и просушивает. На получившейся хроматограмме заметны зеленые и желтые пигменты, входящие в состав листьев крапивы.

Возникает необходимость в повторении знаний строения и функций хлоропластов, мембранная структура которых обеспечивает пространственное разграничение реакционноспособных веществ, возникающих при поглощении хлорофиллом фотонов. Ознакомление с процессами полного окисления в митохондриях облегчает школьникам понимание роли ферментов в световых реакциях фотосинтеза. Как и в митохондриях, в хлоропластах за счет разности потенциалов между начальными и конечными участками переноса электронов идет синтез молекул АТФ. Таким образом, школьники постигают сущность световой стадии фотосинтеза, в результате которой на свету происходит синтез молекул АТФ и расщепление молекул воды. Пониманию этого процесса способствует составление суммарного уравнения (рис.2.):



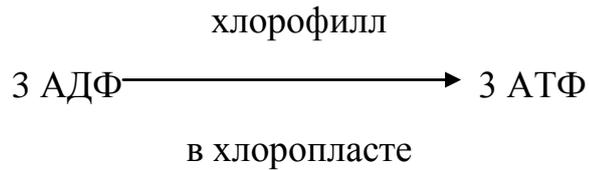


Рис.2. Синтеза молекул АТФ и расщепления молекул воды

Учитель сообщает, что в 1941 г. советский ученый А. П. Виноградов открыл природу кислорода, выделяемого в процессе фотосинтеза. Было доказано, что это кислород воды, а не диоксида углерода, как считалось.

Для закрепления знаний световой фазы фотосинтеза целесообразно продемонстрировать кинофрагмент «Механизм фотосинтеза» или фрагментфильма «Фотосинтез». Кроме того, учитель задает вопросы: чем характеризуется световая стадия фотосинтеза? Как синтезируются молекулы АТФ в процессе фотосинтеза? Как образуется кислород при фотосинтезе? Как осуществляется энергетический обмен в растительных клетках?

Переходом к объяснению сущности темновой стадии фотосинтеза служит постановка вопроса о превращениях диоксида углерода, который используется в этом процессе. При формировании знаний о темновых реакциях фотосинтеза учитель говорит о применении метода меченых атомов, с помощью которого удалось проследить путь углерода при фотосинтезе. Цикличность темновых реакций учитель объясняет, выделяя три основных этапа: 1) присоединения диоксида углерода к пентозе, предварительно активированной в; результате реакции е АТФ — продуктом световой стадии; 2) восстановления этого соединения за счет энергии АТФ в результате взаимодействия с ферментом НАДФ•Н<sub>2</sub>— переносчиком водорода; 3) синтеза молекул пентозы, к которой снова присоединяется диоксид углерода. Для конкретизации связей между темновыми и световыми реакциями можно записать уравнение реакций одного оборота цикла восстановления диоксида углерода (рис.3.):

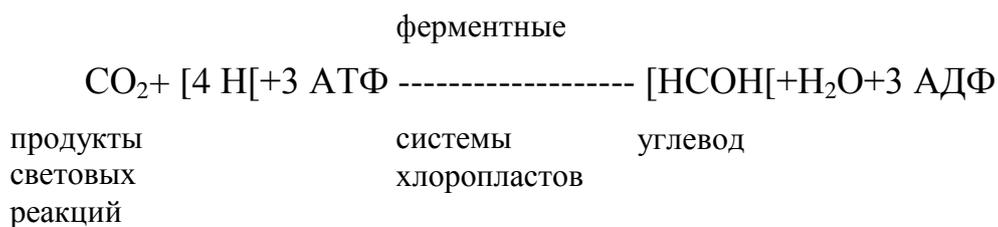


Рис. 1. Цикл восстановления диоксида углерода

При изучении темновых реакций школьники просматривают кинофрагмент «Механизм фотосинтеза» или «Фотосинтез». Чтобы оценить роль фотосинтеза в природе, перед учащимися необходимо нарисовать картину того своеобразного «кислородного мира», в котором мы живем. Атомы, кислорода, соединенные в молекулу  $\text{O}_2$ , обладают большой химической активностью и как бы стремятся оторваться друг от друга и обрести устойчивость при соединении с другими элементами. Окисление — постоянная угроза всему живому, ибо состояние «органические вещества+кислород» с энергетической точки зрения значительно менее устойчиво, чем состояние системы «диоксид углерода+вода+минеральные соединения». Но окисление в то же время двигатель жизни, источник энергии для многочисленных процессов жизнедеятельности. Живые организмы рано или поздно умирают, заключенная в них энергия переходит в тепловую, которая безвозвратно рассеивается в космическом пространстве. Однако жизнь на Земле не прекращается. Для постоянного ее возобновления необходимо, чтобы химические элементы, рассеянные при окислении, могли бы вновь соединиться, а растроченная энергия возместилась бы. На Земле нет источников свободной химической энергии, необходимой для поддержания жизни во всем многообразии ее форм и проявлений. Такой источник существует лишь в космосе — это Солнце. Растения — единственная производительная группа среди всего живого населения Земли, способная усваивать энергию солнечного света. Фотосинтез — уникальный процесс, в результате которого бедные энергией вещества переходят в энергетически богатые. «Связь между солнцем и зеленым листом,— писал К. А. Тимирязев,— приводит нас к самому широкому, самому

обобщающему представлению о растении. В ней раскрывается перед нами космическая роль растений. Зеленый лист, или, вернее, микроскопическое зеленое зерно хлорофилла, является фокусом, точкой в мировом пространстве, в которую с одного конца притекает энергия солнца, а с другого берут начало все проявления жизни на Земле» [36, с.382].

Большое мировоззренческое и политехническое значение имеет ознакомление школьников с перспективами искусственного фотосинтеза, с осуществлением которого перед человечеством откроются беспредельные возможности синтеза продуктов питания. Процесс хемосинтеза изучается в ознакомительном плане. Учитель рекомендует школьникам самостоятельно ознакомиться сего сущностью по тексту учебника.

Для проверки знаний о фотосинтезе учитель использует следующие вопросы и задания: каковы строение и функции хлоропластов? Охарактеризуйте световую и темновую фазы фотосинтеза. Сравните электролиз воды с ее расщеплением при фотосинтезе. Какова роль АТФ в процессах фотосинтеза и дыхания? Какие стадии анаболизма описываются понятием «фотосинтез»? Дайте сравнительную характеристику фотосинтеза и дыхания.

**Глава II. Изучение темы «Фотосинтез» в школьном курсе биологии**  
**2.1. Современное состояние исследуемой проблемы в практике работы**  
**школы**

Был проведен анализ учебно-методической литературы для учителей по авторским вариантам программы шестого и девятого класса, и также учебников для учащихся на содержание категорий биологических понятий (таблица 1) .

Таблица 1

Количественный анализ категорий биологических понятий в тексте  
вариативных учебников по биологии

Категории понятий	6 класс в (%)			9 класс в (%)		
	Вариант программы					
	1	2	3	1	2	3
Морфологический	27,7	35,7	25	30,5	44,8	49,3
Физиологическим	27,7	16,0	18,3	10,9	14,5	6,4
Анатомическим	16,6	3,5	5	1,5	1,7	15,8
Экологическим	8,3	12,5	8,3	23,4	20,6	24,6
Агротехническим	5,5	3,5	1,7	-	-	-
Систематическим	4,1	16,0	15	-	-	-
Цитологическим	6,1	12,8	11,2	32,1	23,4	34,8
Эволюционным	3,2	4,3	4,6	43,2	34,6	32,5
Филогенетическим	4,4	5,6	5,9	17,4	12,4	16,8

Варианты авторских программ:

I. Н.И. Сонин и др.

II. И.Н. Пономарева и др.

III. В.В. Пасечник и др.

Как видно из таблицы в учебниках содержится большое количество морфологического материала это можно объяснить тем, что в 6 классе идет изучение внешнего строения растительных объектов, а процесс фотосинтеза относится к физиологическим процессам, а в 9 классе о строение клетки и немного больше внимания уделено физиологическим процессам.

Также нами были проанализированы методические пособия. В них нас интересовало то, какими методами авторы рекомендуют проводить уроки. Применение разнообразных типов уроков, представленных в пособиях, предусматривает развитие учебно-познавательной деятельности школьников на всех этапах урока: при изучении нового материала, при проверке ранее изученных знаний, при формировании и развитии умений и навыков, применении знаний, умений, навыков в новых учебных ситуациях, в практической деятельности школьников и т.д. Проанализировав, данные пособия мы получили следующие результаты (таблица 2):

Таблица 2

Рекомендации по применению методов обучения биологии в 6 классе (анализ методических рекомендаций для учителей).

Методические рекомендации	Методы обучения биологии в (%)		
	Словесные	Наглядные	Практические
Н. И. Сонин и др. «Биология живой организм».	56	23,5	20
И. Н. Пономарева и др. «Биология. Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники».	24,6	44,3	31,1
Н.В. Дубинина и др. «Биология: Бактерии. Грибы. Растения».	11,7	35	53,3

При сравнении этих данных с подсчётами Н. М. Верзилина, видим, что доля словесных методов и наглядных методов начинает расти, а доля практических методов немного снижается в пособиях. Только в третьем варианте авторы

предлагают применять на уроках преимущественно наглядные и практические методы. Выбранные методы соответствуют содержанию учебного материала.

Наиболее плотно работают авторы третьей вариативной программы, у них соответствует содержание учебного материала содержанию методических пособий. Как видим, большинство уроков предлагается проводить практическими методами. Например, на уроке по изучению зон корня, проверка знаний, умений и навыков проводится практическими, наглядными и словесными методами. Например, учитель дает заранее рассмотреть гербарные образцы и определить типы корневой системы разных растений; продемонстрировать и объяснить опыты, проведенные во внеурочное время и др. Это, на наш взгляд, положительная тенденция. Ведь практические методы - это своего рода синтез слова, наглядности и самостоятельной деятельности учащихся. Именно на уроках, где есть лабораторные работы, постановка опытов, наблюдение, приготовление микропрепаратов, идет активная познавательная деятельность школьников. Они пытаются самостоятельно мыслить, рассуждать, высказывать свои идеи. А это всё ведёт к более осознанному формированию знаний.

Аналогично были проанализировали методические пособия для 9 класса. Полученные результаты, приведённые в таблице 3.

Таблица 3

Рекомендации по применению методов обучения биологии в 9 классе (анализ методических рекомендаций для учителей).

Методические рекомендации	Методы обучения биологии в (%)		
	Словесные	Наглядные	Практические
Пономарева И.Н. «Биология: живой организм».	50,9	72,6	64
Ловкова Т.А. «Основы общей биологии».	28,5	17,6	25,4
Пасечник В.В. «Введение в общую биологию и экологию».	20,6	9,8	10,6

Проанализировав данные пособия, мы выявили, что, как и в 6 классе, широко используются словесные методы: рассказ, беседа, объяснение.

Очень мало авторы предлагают наблюдений и экспериментов, но при обучении общей биологии велико значение наблюдений и экспериментов, практических работ, позволяющих успешно сочетать теоретическое познание с эмпирическим, практические действия с интеллектуальными. «Язык натуралиста, - писал Б.Е. Райков,- это язык опытов и наблюдений, и именно в этом и заключается специфическая особенность естествознания и как науки, и как учебного предмета»[33,с.483]. Теоретические знания учащихся оказываются формальными, если не опираются на прочную эмпирическую основу, не подкрепляются примерами. Наблюдение и эксперимент в курсе общей биологии дают возможность возобновить знания забытых фактов, необходимых для развертывания общебиологических теоретических концепций.

Наглядные пособия используются почти на всех уроках биологии как в 6, так и в 9 классах, но это не означает, что все они проводятся наглядными методами. При словесных методах наглядность служит как иллюстрация в подтверждение слов учителя или для усиления образности его рассказа. Например, при рассказе о растении, которых нельзя показать в натуре, о многих биологических явлениях, о биографии ученых, научных открытиях и т.п. показывают картины, таблицы, фото. Но источником информации остается слово учителя – его рассказ, его объяснения.

При проведении урока наглядными методами наглядным пособиям отводится иная роль. Именно они – опыты, живые объекты, кино, таблицы – служат источником информации для учащихся, а не слово учителя. Наблюдая демонстрируемое пособия, самостоятельно или с помощью вопросов учителя учащиеся обдумывают выводы, делают обобщения и умозаключения. В этом отличительная особенность использования наглядности при наглядных методах. Также демонстрация экранных пособий – эффективный метод

обучения общей биологии, характеризующийся специфической деятельностью учителя и учащихся. Следует так демонстрировать пособие, чтобы учащиеся поняли и запомнили его содержанное, усвоили главное.

Использование цифровых образовательных ресурсов как из Единой коллекции, так и из электронного образовательного комплекса, на уроках биологии, значительно увеличивают качество усвоения учебного материала обучающимися. Грамотное использование компьютера и мультимедиа проектора или интерактивной доски на уроках, позволяет сделать их интересными и красочными, живыми и динамичными [6, с.46].

Педагогическая и методическая науки разработали теоретические основы проблемы учебных методов. Учителя накопили большой опыт применения этих методов на практике. Несмотря на успехи в решении этой проблемы, она требует и сегодня пристального внимания ученых – педагогов, психологов, методистов, учителей – практиков. Только общими усилиями можно определить пути дальнейшего развития и совершенства методов, в которых в основном зависит эффективность и качество обучения в школе.

Следующим этапом нашей работы было посещение 18 уроков биологии в школе № 97 г. Красноярск, выявили уроки со следующим содержанием:

- с морфологическим содержанием – 35%;
- с анатомическим – 25%;
- с физиологическим 20%;
- с экологическим 20%;

Далее мы выделили методы, используемые учителем при проведении данных уроков, они представлены в таблице 4.

Таблица 4

Методы, используемые учителем при проведении уроков по биологии

Методы	Всего		Из них (в %)		
			Проверка ЗУН	Изучение нового материала	Закрепление
	абсолютное	%			
Рассказ	29		6,8	93,1	25,8

Беседа	92	45,3	17,3	40,2	42,3
Объяснения	17	8,4	11,7	88,2	-
Лекция	6	14,2	-	2,9	-
Демонстрация таблиц	46	22,7	13	54,3	-
Эксперимент	13	6,5	-	6,5	-

Из приведенной таблице можно сделать вывод, что в 90% случаев уроки проводились словесными методами (в основном рассказ, беседа, объяснение), и только 5% наглядными и практическими. Есть над чем подумать и как изменить состояние дел.

Таки образом, наблюдения, за учебно-воспитательным процессом в школе показали, что у учителей преобладает вербальное преподавание биологии. Выбор методов, в большинстве случаев, не соответствует содержанию учебного материала. И, конечно же, учителя не пытаются связать классические положения, выдвинутые Н.М.Верзилиным, с конкретным преподаванием биологии.

## **2.2. Формирование биологических знаний по теме «Фотосинтез» в школьном курсе биологии (итоги экспериментального обучения)**

Изучив состояние исследуемой проблемы в педагогической литературе, а также, проведя констатирующее наблюдение в школе, мы перешли к экспериментальному обучению. Наша опытная работа проводилась в 9 классе школы №97 г. Красноярска.

Наше исследование осуществлялось в старшей возрастной группе, поэтому мы опирались на психологические особенности детей данного возраста. Подростковый возраст иначе называют переходным, так как он характеризуется переходом от периода детства к юности, от незрелости к зрелости. Это период бурного неравномерного роста и развития организма, когда происходит интенсивный рост тела, совершенствуется мускульный аппарат. Несоответствие в физическом развитии организма часто приводит к

возбуждению, раздражимости, которая может сменяться процессами торможения.

Основной вид деятельности подросткового периода – учение. Изучению его особенностей посвящены исследования, проводившиеся под руководством Д.Б. Эльконин и Т.В. Драгуновой, 1967г. Они отмечают, что «именно в этот период возникает новое отношение к учению, в котором на первое место начинает выдвигаться стремление приобрести глубокие знания» [38, с.360].

В 9 классе дети приступают к изучению нового предмета «Общая Биология». Накопленные человечеством знания столь обширны, что ни один человек не способен усвоить их полностью. Но каждый из нас должен иметь четкое представление об окружающем его мире и законах, по которым он развивается. Без этих знаний человек не сможет чувствовать себя полезным членом современного общества, оценивать состояние окружающей природы, частью которой он является, принимать правильные решения в повседневной жизни.

В экспериментальном классе уроки проводились методами, которые соответствовали содержанию учебного материала, учитывали особенности каждого рода методов, состояние материальной базы и возрастные особенности учащихся. Первоначально был проведен срез с целью проверки остаточных знаний учащихся.

Вопросы выглядели следующим образом:

- 1.Опишите строение растительной клетки, выделите основные её части.
- 2.Выполните тестовое задание, вставляя пропущенные слова: «... - структурная единица растительного организма. Клетки прилегают одна к другой и соединены особым ..., которое находится между оболочками соседних клеток. В центре клетки находится вакуоль, заполненная... Ядро находится в ... Различные включения в живом содержимом клетки – это чаще всего отложения запасных питательных веществ ..., ...,....Крахмал накапливается в .... Деление клетки начинается с удвоения....»

3. Письменно ответьте на вопросы: как растение осуществляет выброс непереваренных остатков? Почему растение «выдыхает» кислород? Чтобы мы не задохнулись? Как и чем питается растение?

Количественная обработка полученных данных в нашем исследовании проводилось с помощью статистических методов. Мы применяли следующий показатель - коэффициент уровня сформированности знаний, который высчитывается по видоизмененной формуле А.А.Кыверялга [19,с.134]:  $K_z = a / p$ , где :

$K_z$  – коэффициент уровня сформированности знаний;

$p$  – общее количество элементов знаний;

$a$  – количество усвоенных элементов знаний.

А также мы высчитываем средний показатель коэффициента уровня сформированности знаний:  $K_z = K_{z1} + K_{z2} + K_{z3} + \dots + K_{zn} / n$

$K_z$  – средний коэффициент уровня сформированности знаний;

$K_{zn}$  – коэффициент уровня сформированности знаний каждого учащегося;

$n$ - количество учащихся.

Выше перечисленные показатели применялись при обработке экспериментальных данных на всех этапах нашей работы.

Итак, на первом этапе нашего исследования, после проведения контрольного среза, для определения уровня сформированности знаний, мы провели обработку результатов среза.

Первый вопрос предусматривал знания учащихся о структурных частях клетки. Правильный ответ на вопрос включал 6 элементов знаний: оболочка, цитоплазма, вакуоль, ядро, ядрышко, хлоропласты. В ответе на второй вопрос требовалось назвать: клетку, межклеточное вещество, клеточный сок, цитоплазму, белковые зерна, крахмальные зерна, масло, лейкопласты, хромосомы, т.е. девять элементов знаний.

Таким образом, нам удалось выяснить фон сформированности знаний в классе. И мы приступили к экспериментальному обучению. Методы выбирали в

соответствии с содержанием. Ниже приведен пример урока, который был проведен по третьему варианту авторской программы - Пасечник В.В.

### **Тема урока: Солнце, жизнь и хлорофилл**

**Цели:** продолжить углубление знаний о способах питания в органическом мире через изучение особенностей процессов фотосинтеза и хемосинтеза; обосновать космическую роль зеленых растений; раскрыть значение хемосинтеза в биосфере.

**Оборудование:** класс оформлен в виде музея «Чудеса природы» с различными экспозициями: «Портретная галерея», «Пигменты фотосинтеза» (необходимы спиртовая вытяжка хлорофилла, различные плоды томатов, перцев, корнеплоды моркови, гербарные экземпляры листьев с осенней окраской и т.д.); стенгазеты «Рекорды фотосинтеза», «Интересные факты»; высказывания ученых о роли растений; выставка книг о фотосинтезе, имеющихся в школе и кабинете; таблицы по общей биологии «Фотосинтез», «Типы питания».

### **Ход урока**

1. Организационный момент
2. Проверка домашнего задания
3. Индивидуальная работа по карточкам

#### **Карточка № 1**

Объясните механизм световой фазы фотосинтеза, используя для ответа следующие вопросы:

1. В каких органеллах клетки осуществляется процесс фотосинтеза?
2. Где сосредоточен пигмент хлорофилл?
3. Что происходит с молекулой хлорофилла под влиянием солнечного света?
4. Что является источником энергии для синтеза молекул АТФ?
5. Что такое фотолиз?
6. Каково его значение?
7. Какие вещества образуются в световую фазу фотосинтеза?

## Карточка № 2

Расскажите о темновой фазе фотосинтеза, используя следующие вопросы:

1. В каких структурах хлоропластов протекают реакции темновой фазы фотосинтеза?
2. Какие вещества, синтезированные в световой фазе, участвуют в реакциях темновой фазы?
3. Какое соединение служит источником углерода для фотосинтезирующих организмов?
4. Какой углевод образуется в результате реакций цикла Кальвина?
5. За счет какой энергии идет синтез углевода?
6. Почему конечные стадии фотосинтеза называют темновыми?
7. Почему роль зеленых растений К.А. Тимирязев назвал космической?

### 4. Приглашение к размышлению

Учитель предлагает учащимся определить тему занятия.

— Сегодня мы с вами совершим экскурсию в музей «Чудеса природы», где познакомимся с одним биологическим процессом, уникальным по множеству позиций на нашей планете. Я вам буду их перечислять, а вы догадайтесь, о чем идет речь.

- Огромные успехи в изучении механизмов этого процесса были достигнуты лишь во второй половине XX столетия.
- Если бы для биологических процессов и явлений существовала Книга рекордов Гиннеса, то он занял бы там не один десяток страниц.
- Это практически единственный процесс в живой природе, где происходит преобразование одного вида энергии в другую.
- Благодаря этому процессу, существует весь органический мир на нашей планете.
- Благодаря этому процессу создается и поддерживается состав среды, необходимый для обитания всех живых организмов.
- Этот процесс способствует предохранению поверхности Земли от парникового эффекта и образованию защитного озонового экрана вокруг планеты.
- Этот процесс включает в себя, по крайней мере, три важнейших этапа: фотофизический, фотохимический и биохимический.

- В результате этого процесса образуются сложные органические вещества.
- Это единственный процесс, который снабжает кислородом атмосферу и, следовательно, обеспечивает существование аэробных организмов.
- О нем писал в своей книге «Солнце, жизнь и хлорофилл» К. А. Тимирязев.

Конечно, этот процесс — фотосинтез.

Список «рекордов» фотосинтеза можно продолжить, однако оценить их по достоинству, можно только хорошо разобравшись в сущности этого процесса. А для того чтобы лучше понять его, начать придется издалека. Итак, первая экспозиция музея «Портретная галерея».

#### IV. Сообщения учащихся.

Заслушивается сообщение ученика «Из истории изучения», во время которого демонстрируются портреты ученых, внесших большой вклад в изучение

*Комментарии учителя.* Молекулы хлорофилла и других вспомогательных пигментов располагаются в мембранах тилакоидов хлоропластов. В процессе функционирования они объединяются в группы, получившие названия фотосистем (ФС). У высших растений выделяют две фотосистемы — ФС I и ФС II, состоящие из реакционного центра, который у высших растений представлен одной молекулой хлорофилла и множеством светособирающих комплексов — антенных молекул. На долю реакционных центров приходится около 1% пигментов фотосинтетического аппарата. Антенны — молекулы поглощают кванты света и передают их энергию молекуле хлорофилла реакционного центра фотосистемы, который участвует в процессе окисления-восстановления. Благодаря такому разделению пигментного аппарата, даже на слабом, например, сумеречном свете фотосинтез протекает с почти не меняющейся скоростью.

Хлорофилл в этих фотосистемах связан с разными белками, которые изменяют его окислительно-восстановительные свойства. В одной фотосистеме (ФС II) хлорофилл — белковый комплекс, он может окислять воду. Но электрон, отнятый хлорофиллом у воды, имеет очень низкий уровень энергии.

В другой фотосистеме (ФС I) — хлорофилл является менее сильным окислителем, но после поглощения кванта света электрон обладает большим запасом энергии. Хлорофилл в ФС II поглощает квант света, и его энергия переводит электрон в возбужденное Г состояние.

#### 4. Доклады учащихся.

Следующая экспозиция музея «Чудеса природы» посвящена интересным фактам. Об этом расскажут специально подготовившиеся учащиеся нашего класса.

— При фотосинтезе зеленый лист использует лишь около 1% падающей на него солнечной энергии, а продуктивность его составляет около 1 г органического вещества на 1 м поверхности в час. За год на Земле образуется 150 млрд т органики и выделяется 200 млрд т кислорода.

Один из учеников рассказывает о хемосинтезе как автотрофном процессе.

**Комментарии учителя.** Но в природе существуют организмы, которые также создают органические вещества, но энергию получают не от солнца, а с помощью химических реакций окисления- восстановления. Такие организмы называются хемотрофами. Хемосинтез был открыт русским микробиологом С.Н. Виноградским. Хемотрофами являются некоторые бактерии — железобактерии, бесцветные серобактерии, нитрифицирующие бактерии. Энергия, получаемая в реакциях окисления неорганических веществ, например, сероводорода, водорода, оксида железа (II), запасается в организме в форме АТФ. Хемосинтезирующие бактерии играют важную роль в биосфере, так как участвуют в круговороте азота и поддерживают плодородие почв.

## **V. Общие выводы**

Основной задачей фотосинтеза является образование восстановленных соединений.

- Молекула хлорофилла может делать следующие уникальные вещи:
- Поглощать квант света, энергия которого передается электрону хлорофилла, и этот электрон переходит в возбужденное состояние, то есть приобретает дополнительную энергию, равную энергии кванта света.
- Возбужденный электрон может уходить от молекулы хлорофилла и восстанавливать другие молекулы, например, НАДФ.
- Хлорофилл, потеряв возбужденный электрон, становится сильным окислителем и может «отнять» электрон у молекулы воды, достаточно крепко его удерживающей (то есть окисленной). После чего хлорофилл снова готов поглощать квант света.
- Пигменты фотосинтеза функционируют в составе определенных белков, образующих фотосистемы.
- Пигменты разделяются на две части: антенну и реакционный центр, функции которых различны.

Разнообразие пигментов позволяет разным группам фотосинтетиков с наибольшей плотностью использовать разные участки солнечного спектра для светопоглощения.

Также школьникам предлагалось во внеурочное время провести исследовательские работы по теме «Фотосинтез»:

### **Опыт 1. Какие пигменты содержатся в зеленом листе**

Для опыта нужны свежие листья злаков или комнатных растений, 95-процентный этиловый спирт, бензин, ступка фарфоровая, пробирки, воронка, ножницы, фильтровальная бумага.

Прежде всего, получите вытяжку пигментов из листьев. Можно использовать листья любых травянистых, но удобнее комнатных теневыносливых растений. Они мягче, легче растираются, содержат, как все

теневыносливые растения, больше хлорофилла. Хорошим объектом являются листья каллы (белокрыльника), аспидистры, пеларгонии. Менее пригодны для получения хлорофилльных вытяжек листья бегонии, содержащие в вакуолях много органических кислот, которые при растирании листьев могут частично разрушить хлорофилл.

К измельченным листьям (для опыта достаточно 1-2 листа пеларгонии) добавьте 5-10 мл этилового спирта, на кончике ножа  $\text{CaCO}_3$ (мел) для нейтрализации кислот клеточного сока и разотрите в фарфоровой ступке до однородной зеленой массы. Прилейте еще этилового спирта и осторожно продолжайте растирание, пока спирт не окрасится в интенсивно-зеленый цвет. Полученную спиртовую вытяжку отфильтруйте в чистую сухую пробирку или колбу.

Убедиться в том, что спиртовая вытяжка пигментов листа, помимо зеленых хлорофиллов, содержит еще и желтые пигменты - каротиноиды, можно 2 способами:

**1 способ.** На фильтровальную бумагу нанесите стеклянной палочкой каплю полученной спиртовой вытяжки пигментов листа. Через 3—5 мин на бумаге образуются цветные концентрические круги: в центре зеленый (хлорофилл), снаружи—желтый (каротиноиды).

**2 способ.** Полоску фильтровальной бумаги шириной примерно в 1 см и длиной 20 см погрузите одним концом в пробирку с вытяжкой. Через несколько минут на бумаге появится зеленая полоса хлорофилла, а выше нее — желтые полосы каротиноидов (каротина и ксантофилла).

Разделение пигментов обусловлено их различной адсорбцией (поглощением в поверхностном слое) на фильтровальной бумаге и неодинаковой растворимостью в растворителе, в данном случае — этиловом спирте. Каротиноиды хуже, по сравнению с хлорофиллом, адсорбируются на бумаге, больше растворимы в спирте, поэтому передвигаются по фильтровальной бумаге дальше хлорофилла.

Количество хлорофилла в сформировавшихся листьях примерно в 3 раза выше, чем каротиноидов, поэтому желтый цвет каротиноидов маскируется зеленым цветом хлорофилла. Количественное соотношение хлорофилла и каротиноидов непостоянно, зависит от возраста листа, физиологического состояния растений. Если содержание хлорофилла уменьшается, листья приобретают желто-зеленый, желтый цвет.

### **Опыт 2. Разделение пигментов по методу Крауса**

Убедиться в том, что в спиртовой вытяжке наряду с хлорофиллом присутствуют желтые пигменты, можно, используя их различную растворимость в спирте и бензине.

Из пигментов группы каротиноидов в хлоропластах находятся преимущественно желто-оранжевый каротин и золотисто-желтый ксантофилл. Все пигменты можно выделить из листа спиртом, но растворимость хлорофилла и каротина в бензине выше, чем в спирте. Ксантофилл в бензине не растворяется.

Для опыта нужны спиртовая вытяжка пигментов, бензин, пробирки, пипетка, цветные карандаши.

В пробирку налейте 2-3 мл спиртовой вытяжки пигментов, столько же бензина и 1-2 капли воды. Закройте пробирку, энергично взболтайте в течение 2-3 мин и дайте отстояться. Жидкость в пробирке разделится на 2 слоя; бензин, как более легкий, будет наверху, спирт внизу. Оба слоя приобретут различную окраску: бензиновый зеленую, спиртовой желтую. Желтый цвет спиртовому раствору придает пигмент ксантофилл. В бензиновом слое находятся 2 пигмента: хлорофилл и каротин, который не заметен из-за интенсивно-зеленого цвета хлорофилла.

### **Опыт 3. Какого цвета хлорофилл**

Цвет хлорофилла, как и любого окрашенного вещества, обусловлен сочетанием тех лучей, которые пигмент не поглощает. В спектре поглощения света растворами хлорофилла максимумы поглощения расположены в сине-

фиолетовой (430 нм у хлорофилла *a* и 450 нм у хлорофилла *b*) и красной частях (660 нм у хлорофилла *a* и 650 нм у хлорофилла *b*). Эти лучи поглощаются хлорофиллом полностью. Поглощение голубых, желтых, оранжевых лучей определяется концентрацией хлорофилла в растворе: при низких концентрациях они поглощаются частично, при высоких могут быть поглощены полностью. Минимум поглощения лежит в зоне зеленых лучей, именно поэтому мы видим хлорофилл и листья зелеными. Совершенно не поглощается хлорофиллом только небольшая часть красных лучей, которые в спектре расположены на границе с инфракрасными лучами.

Исследуйте зависимость цвета вытяжки от концентрации молекул хлорофилла в ней.

Для опыта нужна настольная лампа без абажура или фонарь, высокая пробирка, темно-зеленая спиртовая вытяжка пигментов, черная бумага.

Пробирку, завернутую в черную бумагу, чтобы свет сбоку не попадал на раствор, поместите над лампой. Свет от лампы должен проходить через раствор хлорофилла снизу вверх. Если смотреть в пробирку сверху, постепенно добавляя в нее (но не над лампой) маленькими порциями раствор хлорофилла, можно наблюдать удивительную картину изменения окраски раствора от ярко-зеленой до вишнево-красной. Объясняется это тем, что по мере увеличения высоты столба жидкости в пробирке изменяются условия освещения молекул хлорофилла, следовательно, и поглощение ими света.

Пока вытяжки в пробирке немного, она имеет в проходящем свете характерный для хлорофилла изумрудно-зеленый цвет, обусловленный сочетанием непоглощенных зеленых, части голубых, желтых и дальних красных лучей. По мере увеличения количества хлорофилла в пробирке молекулы хлорофилла постепенно поглощают сначала голубые и желтые, а затем и зеленые лучи. Остаются непоглощенными только дальние красные лучи. Поэтому в очень большом слое раствор хлорофилла в проходящем свете

имеет не зеленый, а вишнево-красный. Так иногда в густом лесу можно видеть красное свечение, исходящее из-под полога леса.

Этот опыт показывает, что зеленый цвет хлорофилла — сочетание различных, проходящих через молекулу пигмента участков солнечного спектра. Измененный солнечный свет, в котором мало лучей, хорошо поглощаемых хлорофиллом,— одна из причин того, почему светолюбивые растения не могут жить под пологом других растений.

У некоторых растений листья не зеленые, а красноватые или фиолетовые. Такой цвет обусловлен водорастворимыми пигментами антоцианами. Вы можете проверить, содержат ли хлорофилл листья растений ирезинии, бегонии королевской и др. Для этого часть листа поместите в пробирку, залейте водой и прокипятите до полного исчезновения красной окраски. Приготовьте спиртовую вытяжку пигментов, как и в предыдущих опытах. Сделайте выводы.

#### **Опыт 4. Взаимодействие хлорофилла с кислотой**

Характерное для хлорофилла поглощение света определяется химической структурой его молекулы. Система сопряженных двойных связей играет большую роль в поглощении сине-фиолетовых лучей. Присутствие магния в ядре молекулы обуславливает поглощение в красной области. Нарушение структуры, например удаление из молекулы магния, приводит к изменению цвета хлорофилла. Удалить из хлорофилла магний можно, проделав реакцию взаимодействия хлорофилла с кислотой.

Для опыта нужна спиртовая вытяжка хлорофилла, 10-процентный раствор соляной кислоты, уксуснокислый цинк, спиртовка, пипетка, 3 пробирки.

Приготовьте спиртовую вытяжку хлорофилла и разлейте в пробирки по 2—3 мл. Одна из пробирок контрольная. В две другие добавьте по 2—3 капли соляной кислоты. В результате взаимодействия хлорофилла с кислотой магний замещается двумя атомами водорода и образуется вещество бурого цвета — феофитин.

Одну из пробирок с феофитином оставьте для контроля, а в другую внесите на кончике ножа уксуснокислый цинк и нагрейте на водяной бане до кипения. Бурый цвет раствора меняется на зеленый: вместо двух атомов водорода в молекулу входит атом цинка и занимает то место, где раньше был магний. Вместо уксуснокислого цинка можно взять соли меди, ртути. Во всех случаях металл входит в ядро молекулы феофитина, восстанавливается металлоорганическая связь и зеленая окраска. Следовательно, цвет хлорофилла зависит от наличия металлоорганической связи в его молекуле.

Производные хлорофилла с цинком, медью или ртутью в природных условиях пока не обнаружены, а феофитин образуется в листьях, поврежденных заморозками, высокой температурой, промышленными газами, в процессе старения.

#### **Опыт 5. Образование колец отмирания на листьях**

Образование феофитина в листьях многих растений может происходить также и при нагревании листа выше 70-80 °С.

Для опыта нужны зеленые листья различных растений, спиртовка, препаровальная игла, стеклянная палочка.

Закрепите монету так, чтобы не обжечься, и нагрейте ее в пламени спиртовки. Горячую монету опустите на лист. Через несколько минут вокруг монеты появится бурое пятно неправильной формы, при этом часть листа непосредственно под монетой может остаться зеленой.

Видоизмените опыт: прикоснитесь к листу концом сильно нагретой стеклянной палочки, либо проколите его раскаленной препаровальной иглой. Во всех случаях возникают своеобразные изменения окраски листа: зеленые круги с неровными бурыми кольцами. Наиболее наглядные результаты дают растения с кислой реакцией клеточного сока.

Появление бурых колец обусловлено поступлением кислот клеточного сока из вакуолей в цитоплазму, а затем в хлоропласты. Под действием кислот происходит образование феофитина и появление бурого окрашивания.

Поскольку химический состав листьев различных растений имеет свои особенности, можно получить различные картины колец отмирания. Желтые, коричневые пятна отмирания появляются на листьях и в природных условиях под влиянием сильного перегрева, засухи.

Попробуйте провести такой опыт с листьями разных растений. Таким способом можно определить термоустойчивость листьев. Подумайте, для чего могут быть полезны такие данные.



Рис.4. Образование колец отмирания на листе зеленого растения

### **Опыт 6. Определение интенсивности фотосинтеза по методу**

**Л.А. Иванова и Н.А. Коссович**

Интенсивность фотосинтеза – это очень важный показатель, от него зависит продуктивность растений. А это сказывается на урожае. На интенсивность фотосинтеза могут повлиять различные факторы.

Предлагаемый метод основан на определении количества поглощенного углекислого газа растением в единицу времени единицей веса.

Навеску из листьев помещают в колбу и освещают дневным светом 40 минут. По окончании экспозиции навеску извлекают, вливают в колбу 20 мл 0,02 N баритовой воды -  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , колбу закрывают и встряхивают 5-7 минут, а

затем щелочь титруют 0,02 N щавелевой кислотой. (Если не знаете, что такое титрование, прочитайте или спросите учителя. Это распространенный и достаточно простой метод). Контрольный опыт проводят так же, но без навески листьев. Количество щавелевой кислоты в мл, которое понадобилось на титрование барита после опыта, соответствует количеству мг поглощенного углекислого газа.

Результаты определяют по формуле:  $\Phi = 1 * 60X / tm$

$\Phi$  – интенсивность фотосинтеза мг/г ч;

$60$  – коэффициент перерасчета интенсивности фотосинтеза на 1 час;

$1$  – коэффициент перерасчета интенсивности фотосинтеза на 1г;

$X$  – количество поглощенного листом углекислого газа, определяется из разницы содержания в воздухе (контрольный опыт) и в вариантах опыта;

$t$  – время экспозиции

$m$  – масса навески листьев

Если есть время и желание, определите интенсивность фотосинтеза листьев разных растений. Кстати, используя эту методику, можно сделать исследование, сравнить листья разных растений, молодые и старые и т.д.

### **Опыт 7. Зависимость фотосинтеза от температуры.**

Фотосинтез связан не только с поглощением солнечной энергии, но и преобразованием ее в энергию химических связей АТФ (световая стадия). Продукты световой стадии АТФ и НАДФН<sub>2</sub> используются на темповые и ферментативные реакции, которые зависят не от света, а от температуры. Поэтому другая часть фотосинтеза связана с реакциями, в которых участвует большое количество ферментов, имеющих белковую природу. Следовательно, их функция зависит от температуры. Для каждого фермента существует температурный минимум, максимум, оптимум. Благодаря ферментативным реакциям в темновой стадии происходит не только регенерация рибулезодифосфата (акцептора СО<sub>2</sub>), но и образование конечных продуктов фотосинтеза. Зависимость интенсивности данного процесса от температуры

Можно также определить методом счета пузырьков, выделяемых водными растениями (элодея, роголистник).

Пробирку с водным растением поместить в стакан с водой температурой +25-29 градусов по Цельсию. Дать растению адаптироваться 3-5 минут, подсчитать количество выделенных пузырьков в среднем за 1 минуту. (Подсчет производится три раза.) Перенести пробирку в другой стакан с водой температурой +14 градусов по Цельсию, когда установится новый режим, произвести подсчет пузырьков за 1 минуту. Если пузырьки продолжают выделяться, пробирку с растением перенести в стакан с водой температурой + 4 градуса по Цельсию. После адаптации подсчитать количество пузырьков за 1 минуту. Все наблюдения вести на одном и том же расстоянии от источника света. Полученные результаты оформить в виде таблицы зависимости интенсивности фотосинтеза от температуры.

#### Опыт 8. Зависимость фотосинтеза от интенсивности света

Фотосинтез - это процесс, протекающий в зеленых клетках растений с участием световой энергии, которая преобразуется в химическую. Данный процесс получил название фотофосфорилирования (циклическое, нециклическое). Полученная таким образом энергия (АТФ) дает возможность восстановить углекислый газ до органического вещества за счет донора водорода воды, при этом выделяется в атмосферу кислород. Однако интенсивность фотосинтеза растений в природе неодинакова, она зависит от условий произрастания и степени освещенности последняя прежде всего влияет на фотохимический процесс, протекающий в хлоропластах. Интенсивность фотосинтеза можно определить по различным показателям: выделению кислорода, поглощению углекислого газа, образованию органического вещества и т.д. Наиболее доступным методом в школе является метод счета пузырьков, выделяемых водными растениями в процессе фотосинтеза (роголистник, элодея).

Ярко-зеленые побеги элодеи или роголистника длиной 6—8 см с точкой роста подрезать под водой и поместить в широкогорлую пробирку с водой комнатной температуры верхушкой вниз. Чтобы растение не всплывало, следует прикрепить его ниткой к стеклянной палочке.

Воду в пробирке обогатить углекислотой путем добавления соды (небольшое количество). Пробирку поместить в большой стакан, выставить на яркий свет. По схеме опыта устанавливаем в первом варианте расстояние до нити накаливания лампы 10 см. Дать 2-3 минуты растению адаптироваться.

Через некоторое время из срезанного побега начинают выделяться пузырьки газа (кислород). Начинаем подсчет пузырьков за первую минуту, потом вторую и третью, суммируем и берем для анализа средний результат. При подсчете пузырьков интервалы составляют 1 минуту.

Удалить электролампу во втором варианте на 20 см, в третьем варианте— на 30 см. Дать адаптацию 3-5 минут, произвести подсчет пузырьков. Данные отразить на графике. Проанализировать зависимость фотосинтеза от интенсивности света.

Выше были приведены примеры, показывающие, какие методы применялись при проведении урока на отдельных его этапах. Выбор методов всегда соответствовал содержанию учебного материала. По такому же принципу выбирались методы при проведении всех уроков в ходе экспериментального обучения. Чтобы увидеть результаты работы, были проведены промежуточный срез и – в конце обучения – контрольный срез.

Задания выглядели следующим образом:

### **Промежуточная контрольная работа.**

#### **1. Световая фаза фотосинтеза происходит на мембранах**

- А) эндоплазматической сети; Б) комплекса Гольджи; В) гран хлоропластов; Г) митохондрий.

**2. Сходство функций хлоропластов и митохондрий состоит в том, что в них происходит**

А) синтез молекул АТФ; Б) синтез углеводов; В) окисление органических веществ; Г) синтез липидов.

**3. В световой фазе фотосинтеза в отличие от биосинтеза белка**

А) используется энергия молекул АТФ; Б) участвуют ферменты; В) реакции имеют матричный характер; Г) происходит синтез молекул АТФ.

**4. Фотолиз воды происходит в клетке в**

А) митохондриях; Б) лизосомах; В) хлоропластах; Г) эндоплазматической сети.

**5. В процессе фотосинтеза происходит**

А) синтез углеводов и выделение кислорода; Б) испарение воды и поглощение кислорода; В) газообмен и ассимиляция жиров; Г) выделение углекислого газа и ассимиляция белков.

**6. В реакциях темновой фазы фотосинтеза участвуют**

А) углекислый газ, АТФ и НАДФН<sub>2</sub>; Б) оксид углерода, атомарный кислород и НАДФ<sup>+</sup>; В) молекулярный кислород, хлорофилл и ДНК; Г) вода, водород и тРНК.

**7. Хлоропласт можно узнать по наличию в нём**

А) крист; Б) полостей и цистерн; В) гран; Г) ядрышек.

**8. Процесс разложения воды в клетках растений под воздействием солнечного света называют**

А) реакцией окисления; Б) реакцией восстановления; В) фотосинтезом; Г) фотолизом.

**9. Какие органоиды клетки содержат молекулы хлорофилла**

А) рибосомы; Б) пластиды; В) митохондрии; Г) комплекс Гольджи.

**10. Фотосинтез может происходить в растительных клетках, которые содержат**

А) ядро; Б) хлоропласты; В) хромосомы; Г) цитоплазму.

**11. В процессе фотосинтеза растения**

А) обеспечивают себя органическими веществами; Б) окисляют сложные органические вещества до простых; В) поглощают минеральные вещества корнями из почвы; Г) расходуют энергию органических веществ.

**12. Хлорофилл в хлоропластах растительных клеток**

А) осуществляет связь между органоидами; Б) ускоряет реакции энергетического обмена; В) поглощает энергию света в процессе фотосинтеза; Г) осуществляет окисление органических веществ в процессе дыхания.

**13. При фотосинтезе кислород образуется в результате**

А) фотолиза воды; Б) разложения углекислого газа; В) восстановления углекислого газа до глюкозы; Г) синтеза АТФ.

**14. Фотолиз воды при фотосинтезе происходит за счет энергии**

А) солнечной; Б) АТФ; В) тепловой; Г) механической.

**15. Хлоропласты в клетке не выполняют функцию**

А) синтеза молекул АТФ; Б) синтеза углеводов; В) преобразования световой энергии в химическую; Г) матрицы для синтеза белков.

**16. Фотосинтез - это процесс**

А) синтеза органических веществ за счет химической энергии; Б) синтеза органических веществ за счет энергии света; В) расщепления органических веществ; Г) синтеза белка.

**17. Источником водорода для восстановления углекислого газа в процессе фотосинтеза является**

А) соляная кислота; Б) угольная кислота; В) вода; Г) глюкоза.

**18. Хлоропласт в клетке можно узнать по наличию в нем**

А) центриолей; Б) множества гран; В) двух мембран; Г) большой и малой частиц.

**19. Хлоропласты в растительной клетке выполняют функцию**

А) хранения и передачи наследственной информации дочерним клеткам; Б) транспорта органических и неорганических веществ в клетке; В) окисления

органических веществ до неорганических с освобождением энергии;  
Г) образования органических веществ из неорганических с использованием энергии света.

**20. Совокупность реакций синтеза органических веществ из неорганических с использованием энергии света называют**

А) хемосинтезом; Б) фотосинтезом; В) брожением; Г) гликолизом

**21. В каком процессе в клетке электрон молекулы хлорофилла поднимается на более высокий энергетический уровень под воздействием энергии света**

А) фагоцитоза; Б) синтеза белка; В) фотосинтеза; Г) хемосинтеза

**22. Фотосинтез, в отличие от биосинтеза белка, происходит в клетках**

А) любого организма; Б) содержащих хлоропласты; В) простейших животных; Г) плесневых грибов

**23. Главную роль в процессе фотосинтеза играют**

А) хромосомы; Б) лейкопласты; В) хлоропласты; Г) хромопласты

**24. В процессе фотосинтеза растения**

А) обеспечивают себя органическими веществами; Б) окисляют сложные органические вещества до простых; В) поглощают кислород и выделяют углекислый газ; Г) усваивают азот воздуха

**25. Атомарный водород в процессе фотосинтеза освобождается за счет расщепления молекул**

А) воды; Б) глюкозы; В) жиров; Г) белков.

**26. Что происходит в листьях растений при фотосинтезе?**

А) испарение воды; Б) дыхание; В) синтез сложных неорганических веществ; Г) образование органических веществ из неорганических.

**27. Результатом световой фазы фотосинтеза является**

А) образование глюкозы; Б) окисление углеводов; В) выделение углекислого газа; Г) образование богатых энергией молекул АТФ

## Итоговая контрольная работа

1. Биологическое окисление в организме человека сходно по химическому процессу с сжиганием топлива (угля, торфа, дерева). Какие вещества окисляются в организме человека и какие общие с горением продукты образуются в результате этих процессов?
2. Объясните, в чём сходство и в чём различия биологического окисления органических веществ в клетке и процесса их горения в неживой природе.
3. Какие процессы происходят на этапах энергетического обмена?
4. Как происходит преобразование энергии солнечного света в световой и темновой фазах фотосинтеза в энергию химических связей глюкозы? Ответ поясните.
5. Какую роль играют электроны молекул хлорофилла в фотосинтезе?
6. На каком этапе фотосинтеза образуется свободный кислород?
7. Скорость фотосинтеза зависит от лимитирующих (ограничивающих) факторов, среди которых выделяют свет, концентрацию углекислого газа, температуру. Почему эти факторы являются лимитирующими для реакций фотосинтеза?
8. В чём состоит значение фотосинтеза в природе? Укажите не менее трёх значений.
9. Как повлияло появление фотосинтезирующих организмов на дальнейшую эволюцию жизни на Земле?
10. В XVIII веке английский ученый Д. Пристли провёл опыт. Он взял два одинаковых стеклянных колпака. Под первый колпак он поместил мышь, а под второй – мышь с комнатным растением. Объясните, почему спустя некоторое время первая мышь под стеклянным колпаком погибла, а вторая продолжала жить.
11. В чем состоит связь дыхания и фотосинтеза у растений?

12. При фотосинтез поглощается углекислый газ и выделяется кислород, необходимый для дыхания. При дыхании поглощается кислород и выделяется углекислый газ, необходимый для фотосинтеза.

13. Биологическое окисление в организме человека сходно по химическому процессу с сжиганием топлива (угля, торфа, дерева). Какие вещества окисляются в организме человека и какие общие с горением продукты образуются в результате этих процессов?

14. Объясните, в чём сходство и в чём различия биологического окисления органических веществ в клетке и процесса их горения в неживой природе.

15. Как происходит преобразование энергии солнечного света в световой и темновой фазах фотосинтеза в энергию химических связей глюкозы? Ответ поясните.

16. Скорость фотосинтеза зависит от лимитирующих (ограничивающих) факторов, среди которых выделяют свет, концентрацию углекислого газа, температуру. Почему эти факторы являются лимитирующими для реакций фотосинтеза?

17. В чём состоит значение фотосинтеза в природе? Укажите не менее трёх значений.

18. Как повлияло появление фотосинтезирующих организмов на дальнейшую эволюцию жизни на Земле?

19. В XVIII веке английский ученый Д. Пристли провёл опыт. Он взял два одинаковых стеклянных колпака. Под первый колпак он поместил мышь, а под второй – мышь с комнатным растением. Объясните, почему спустя некоторое время первая мышь под стеклянным колпаком погибла, а вторая продолжала жить.

20. В чем состоит связь дыхания и фотосинтеза у растений?

При проведение уроков в соответствии с содержанием учебного материала, коэффициент знаний значительно повысился; учащиеся были более

активны, с большим интересом работали на уроках. Об этом свидетельствует рис.5.

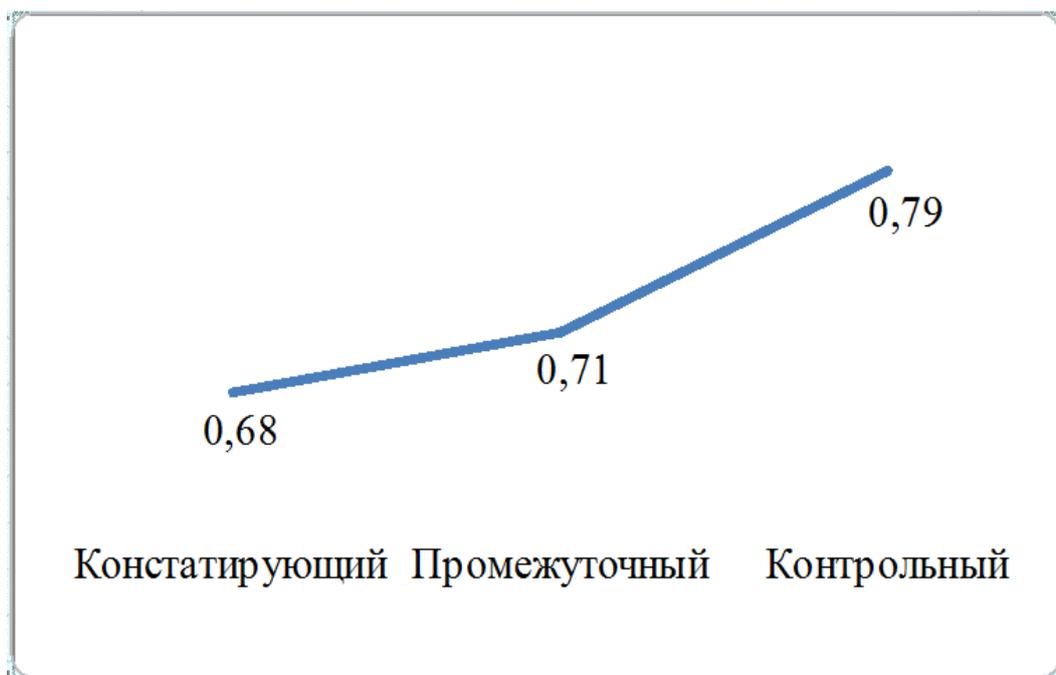


Рис.5. Динамика уровня усвоения биологического материала учащихся 9 класса школы № 97 г. Красноярска

Методика выбора методов обучения в соответствии с учетом содержания биологического материала показывает значительный рост коэффициента усвоения знаний учащихся.

Таким образом, учитывая содержание материала, особенности каждого рода методов, состояния материальной базы и возрастные особенности учащихся можно значительно повысить качество знаний учащихся.

## ВЫВОДЫ

В связи с поставленными нами задачами были определены следующие выводы:

1. Уникальность фотосинтеза, как физиологического процесса, вызывала и вызывает интерес со стороны ученых в разные периоды развития биологической науки. В современном школьном курсе биологии данный процесс изучается достаточно подробно, причем наблюдается развитие понятия фотосинтез с начальной школы, далее в 5-6 классе и в разделе общей биологии (9,10 класс).
2. Наблюдения за учебно-воспитательным процессом в школе показали, что, к сожалению, не все учителя следуют положениям по правильному выбору методов при изучение темы «Фотосинтез». Чаще учителя используют словесные методы обучения, чем практические. Тоже самое предлагают многие авторы вариативных программ.
3. В ходе обучения было экспериментально доказана эффективность выбора методов обучения в соответствии с содержанием биологического материала по теме «Фотосинтез».

Таким образом, поставленная цель выполнена, выдвинутые задачи – решены.

## Список литературы

1. Арбузова, Е.Н. Элементы вузовской методики в профильном обучении биологии / Е.Н Арбузова // Биология в школе.- 2006.- №2- С.15 – 19.
2. Бажович Л.И. Личность и ее формирование в детском возрасте.- М., 2008.
3. Барковская О. М. Содержание, цель и задачи программы биологического воспитания // Начальная школа. – 2010. - №2. – с. 32 – 33.
4. Бекетова Т.И. Экологическое образование обучаемых на уроках и факультативных занятиях // Начальная школа. – 2010. - № 8. – С.73.
5. Боровицкий П.И. Методика естествознания в средней школе / П.И Боровицкий – М., Л.:Гос. – уч. - пед. из – во,1934. –С. 256.
6. Борис С.И. Урок с использованием ЦОР / С.И. Борис // Биология в школе. – 2012. - №5 – С.46-53.
7. Бруновт Е.П. Совершенствование методов обучения - важнейшая задача школы. / Е.П. Бруновт //Биология в школе. - 1976. - №6 – С.39 – 50.
8. Верзилин Н.М., Общая методика преподавания биологии / Н.М Верзилин, В.М.Корсунская. - М.: Просвещение, 1983. – С.384.
9. Верзилин Н.М. Об определении и классификации методов обучения / Н.М. Верзилин // Советская педагогика. - 1957- №8 – С.37 – 45.
- 10.Верзилин Н.М. Основы методики преподавания ботаники / Н.М. Верзилин. – М.:АПН РСФСР, 1955 – С.820.
- 11.Верзилин Н.М. Проблемы методики преподавания биологии / Н.М. Верзилин, – М.:Педагогика,1974 – С.224.
- 12.Верзилин Н.М. Методы преподавания биологии. О методах обучения в школе / Н.М. Верзилин. - М.: Изд-во НИИ школ министерства просвещения РСФСР, 1977. - С.15-28.
- 13.Дерим – Олгу Е.Н., Фролова Н.А. Материалы к проведению экскурсии в смешанный лес // Начальная школа. – 2010. - № 3. – с. 36 – 40.
- 14.Дерябко С.Д., Ясвин В.П. Экологическая педагогика и психология. – Ростов – на – Дону.: Феникс, 2010.

- 15.Дубинина Н.В. Тематическое и поурочное планирование к учебнику,6 класс Биология: бактерии, грибы, растения / Н.В. Дубинина, В.В. Пасечник. - М.:Просвещение,1985 – С.191.
- 16.Зайцева В.Е., Чудинова Е.В. Об экспериментальном курсе «Биология» для основной школы / В.Е. Зайцева, Е.В. Чудинова // Биология в школе. – 2013.- №2- С.46 – 47.
- 17.Захарова Т.К., Лабораторный практикум по биологии растений / Красноярск: Изд. КГПУ, 1998. –С.3-35.
- 18.Каменский А.А. Биология. Введение в общую биологию и экологию: Учеб. Для 9 кл. общеобразоват. учеб. Заведений / А.А. Каменский, Е.А. Криксунов, В.В. Пасечник – М.: Дрофа 2001. – С. 304.
- 19.Кыверялг А.А.Вопросы методики педагогических исследований.Ч.1 / А.А. Кыверялг. – Талин: «Валгус»,1971 – С.134.
- 20.Лордкипанидзе Д.О. Принципы, организация и методы обучения / Д.О. Лордкипанидзе. – М.: Учпедгиз, 1957. – С. 238 .
- 21.Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения / И.Я. Лернер. – М.:Педагогика,1981. – С.186.
- 22.Мамонтов С.Г. Биология общие закономерности 9 класс /С.Г. Мамонтов. - М.:Дрофа,2004. – С.288.
- 23.Мягкова А.Н., Комиссаров Б.Д. Методика обучения общей биологии. Пособие для учителя.- 3 изд.,- М.:Просвещение, 1985.-С.169-172.
- 24.Пасечник В.В. Введение в общую биологию и экологию. 9 класс. Тематическое и поурочное планирование к учебнику 9 класса А.А.Каменского и др. «Введение в общую биологию экологию»: Пособие для учителя / В.В. Пасечник - М.: Дрофа, 2004. – С.128.
- 25.Пасечник В.В. Компьютерная поддержка урока биологии / В.В. Пасечник //Биология в школе. – 2002 №2 -С.30 – 34.

- 26.Пасечник В.В. Биология.6 кл.Бактерии, грибы, растения:Учеб.для общеобразоват. Учеб. Заведений / В.В. Пасечник – М.: Дрофа,1997. –С. 272.
- 27.Пакулова В.М. Краткий курс методики биологии / В.М. Пакулова, Н.В. Иванова, Т.В. Голикова, Е.Н. Прохорчук - Красноярск 2005. –С.164.
- 28.Пономарева И.Н. / Общая методика обучения биологии И.Н. Пономарева, В. П. Соломин, Г. Д. Седельникова. - М.: Вентана – Граф 2003. –С.268.
- 29.Пономарева И.Н. Биология: Растения. Бактерии Грибы. Лишайники: 6 класс. Методическое пособие / И.Н. Пономарева, В.С. Кучменко. - М.: Вентана – Граф 2004. – С.144.
- 30.Пономарева И.Н. Биология: Основы общей биологии: Методическое пособие 9 класс / И.Н. Пономарева. - М.: Вентана – Граф 2005.- С.144.
- 31.Пономарева И.Н. Биология: растения, бактерии, грибы, лишайники: учебник для уч – ся 6 класса общеобразоват. Учеб. Заведений / О.А. Карнилова, В.С. Кучменко. – М.: Вентана – Граф 2004.-С.240.
- 32.Пономарева И.Н. Основы общей биологии: учеб. для уч – ся 9 класса общеобразоват. учеб. Заведений / И.Н. Пономарева, О.А. Корнилов, Н.М. Чернова. – М.: Вентана – Граф 2004.- С.288.
- 33.Райков Б. Е. Пути и методы натуралистического просвещения / Акад. пед. наук РСФСР. — М. : Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1960.-С.483.
- 34.Сонин Н.И, Биология: Живой организм.6 класс: Методическое пособие к учебнику Н.И. Сонин «Биология Живой организм»3-е изд. Стереотип / Н. И. Сонин, Е. Т. Бровкина. – М: Дрофа,2000 – С.96.
- 35.Сонин Н.И., Биология 6 класс Живой организм: Учеб.для общеобразоват. учеб.завед / Н.И. Сонин. - М.: Дрофа 2002.-С.160.
- 36.Тимирязев К. А. / Избр. соч., т. 2. - М., Сельхозгиз, 1948,- С. 382.
- 37.Тимирязев, К.А. // Большая советская энциклопедия. Второе издание. Том 42.

- 38.Эльконин Д.Б. Возрастные и индивидуальные особенности младших подростков / Д.Б. Эльконин, Т. В. Драгунова. - М.: Просвещение,1967. – С.360 .
- 39.Якушкина Н.И. Физиология растений, М.: Просвещение, 1993. – С.335..