Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение

«Средняя школа №37» города Смоленска

**Тайна зеленого листа**

**Выполнили:** обучающиеся 5б класса

Воробьева Валерия Сергеевна,

Хроменкова Полина Тимуровна

**Руководитель:** Горчанинова Лидия

Федоровна,

учитель биологии

2017-2018 учебный год

**Оглавление:**

**I.Введение**: ………………………………………………………………………. 3

**II.Основная часть**

2.1. Строение зеленого листа. Структурная организация фотосинтетического аппарата, строение листа как органа фотосинтеза…………………………………………...................6

**2.1.1.Внутреннее строение листа…………………………………………………..6**

2.1.2.Эпидерма (кожица)……………………………………………………………7

2.1.3.Основная ткань (мезофилл)…………………………………………………..7

2.1.4.Сосудисто-волокнистый (проводящий) пучок………………………………8

2.1.5.Строение и работа устьиц…………………………………………………….8

2.2.Газообмен у растений…………………………………………………………..9

2.3.Транспирация…………………………………………………………………...10

2.4.Пластиды………………………………………………………………………..10

2.4.1.Строение хлоропласта ………………………………………………………11

2.4.2.Строение хромопласта……………………………………………………….12

2.4.3.Строение лейкопласта………………………………………………………12

2.5.Значение пигментов для растений……………………………………………13

2.6.Хроматография………………………………………………………………...14

2.7. Фотосинтез…………………………………………………………………….15

2.8.Использование растением образуемых органических веществ…………….15

2.9.Листопад………………………………………………………………………..15

**III.Исследовательская часть**

3.1.Изучение внешнего и внутреннего строения листа пеларгонии…………..16

3.2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии……………………………..17

3.3.Получение хлорофиллов из листа пеларгонии……………………………..18

3.4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии………………………………………………………..19

3.5.Разделение пигментов по методу Крауса…………………………………...20

3.6. Изучение зависимости цвета вытяжки пигментов листа от количества хлорофилла………………………………………………………………………..21

3.7. Взаимодействие хлорофилла с кислотой………………………………….22

3.8. Образование колец отмирания на листьях…………………………………23

3.9. Действие щелочи на хлорофилл…………………………………………….23.

**IV.Заключение**…………………………………………………………..25

**V.Литература** …………………………………………………………...26

**VI.Приложения**………………………………………………………… 27

**I.Введение.**

Мы часто задаем себе вопросы: по каким причинам зеленые листья осенью становятся такими разными? Почему лепестки ветреницы дубравной[[1]](#footnote-2), нашего смоленского подснежника - белые, печеночницы благородной[[2]](#footnote-3) – синие, а первые весенние листочки тюльпана[[3]](#footnote-4) поражают разнообразием красок? (Приложение №1)

Природа обладает удивительным многоцветьем. Может поэтому и нас наградила необыкновенным даром – воспринимать цвет, а вместе с ним дала возможность восхищаться красотой окружающего мира. Мы с радостью смотрим на пробуждающуюся природу весной и с удовольствием любуемся желто-оранжевой гаммой осеннего леса. Цвет волос мы называем пшеничным, сравнивая его с золотистыми колосьями пшеницы, а цвет глаз – с синими васильками.

Но далеко не всем известно, откуда у природы такая богатая палитра красок. Мы провели опрос во всех 5 классах. (Приложение №2). Оказывается, всей этой красотой мы обязаны специальным красящим веществам – пигментам, которые расположены в листьях и других частях растений.

В научной литературе многие авторы рассматривают данную тему.

«Ни один орган растения не испытывал на себе человеческой несправедливости в такой степени, как лист, – говорил Тимирязев. – В течение веков человек упорно отказывался видеть в нем прямую пользу. Тогда как польза корня как органа питания была неоспоримо признана за ним с незапамятных времен, лист продолжал пользоваться легкомысленной славой пышного, но бесполезного наряда»[5].

Ботаники прошлого видели в листе не более чем орган защиты растения от палящих лучей солнца. Вот, что об этом писал Чезальпино в 1583 г.: «Маленькие листики глазков и почек даны как бы для того, чтобы защищать нежные ростки от зноя. Когда листья распустятся, они, повидимому, также должны защищать молодые побеги и плоды, чтобы они не сгорели от солнца. Листья умеряют жар солнечных лучей. Растения стремятся к тому, чтобы положение листьев и их форма служили отчасти для пропускания лучей солнца, отчасти для их задерживания. Поэтому осенью, когда созрел плод и затвердел побег, листья у многих растений опадают. Некоторые растения из теплых стран, где стоит постоянная жара, не имеют листопада, что вполне правильно, так как там растения непрестанно требуют присутствия листьев для создания тени»[5].

Первое серьезное исследование механизма роста растений провел фламандский аристократ Ян Баптист Ван Гельмонт. Перед тем как посадить дерево в горшок, он взвесил в нем землю. В течение нескольких лет Ван Гельмонт поливал дерево, а затем снова взвесил дерево и землю и обнаружил, что вес дерева увеличился на 74 кг, а вес почвы при этом уменьшился примерно на сто грамм. Стало ясно, что почва не является источником материала для построения растущего дерева. После этого прошло еще 100 лет, прежде чем были раскрыты молекулярные механизмы процесса фотосинтеза.

Очень образно описал это явление русский ученый, физиолог растений – К.А. Тимирязев: “Дайте самому лучшему повару сколько угодно свежего воздуха, сколько угодно солнечного света и целую речку чистой воды и попросите, чтобы из всего этого он приготовил Вам сахар, крахмал, жиры и зерно, – он решит, что вы над ним смеетесь. Но то, что кажется совершенно фантастическим человеку, беспрепятственно совершается в зеленых листьях растений”[11].

**Цель:** знакомство с многообразием растительных пигментов, их значением в жизни растений, изучение процессов, происходящих в листьях растений под действием солнечных лучей

**Задачи:**

1. Выяснить, почему листья у многих растений зеленого цвета?

2. Изучить, какое значение имеет свет для растений.

3. Определить, какие вещества образуются в мякоти листа под действием света и, какое значение они имеют для жизни человека.

**Методы исследования:**

1.Теоретический (изучение и анализ литературы, постановка целей и задач).

2.Экспериментальный (постановка опытов);

3.Эмпирический (наблюдения, описания, объяснения результатов исследований, фотоотчет).

**Гипотеза:** мы предполагаем, что, в пигментах листьев растений происходят сложные процессы, связанные с солнечной энергией, приводящие к образованию органических соединений

**Объект исследования:** листья комнатных растений;

**Предмет исследования:** растворы хлорофилла, полученного из листьев комнатных растений.

**Актуальность:** тема актуальна в связи с тем, что большая часть ребят 5 класса, не знает, что такое фотосинтез, зачем нужен хдорофилл, а наши исследования можно будет использовать на лабораторных и практических работах на уроках биологии и химии.

**II.Основная часть**

**2.1.Строение зеленого листа. Структурная организация фотосинтетического аппарата, строение листа как органа фотосинтеза.**

«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. Растение — посредник между небом и землёю. Оно истинный Прометей, похитивший огонь с неба» ( К. А. Тимирязев ). [11].

У цветковых растений основным фотосинтезирующим органом является лист. В листе, как и во всех живых органах, структура и функция тесно взаимосвязаны. Структура листа прекрасно адаптирована для удовлетворения этих требований. Рисунок 1 дает представление о микроскопическом строении листа двудольного растения.

**2.1.1.Внутреннее строение листа.** В пластинке листа можно различить четыре типа тканей: покровную (кожицу), основную, проводящую, механическую (рис. 1). Анатомическая структура листа формируется одновременно с формированием стебля. Поэтому покровы листа являются продолжением покровов молодого стебля, а проводящая система листа входит в проводящую систему стебля. Являясь составными частями побега, лист и стебель вместе с почками представляют собой единое целое.

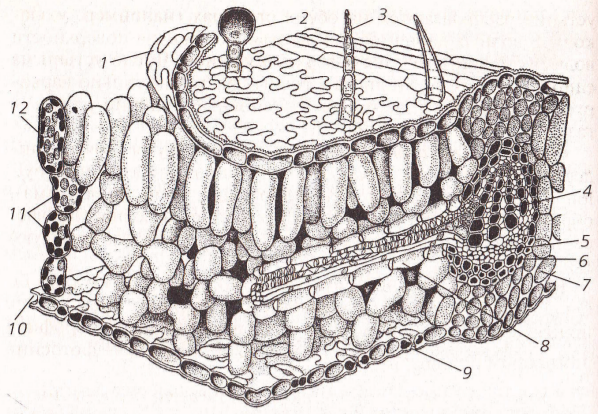


Рисунок 1. Внутреннее строение листа: 1 – верхняя эпидерма; 2 – железистый волосок; 3 – кроющие волоски; 4 – ксилема; 5 – флоэма; б – механические волокна; 7 – колленхима; 8 – обкладочные клетки пучка; 9– устьице; 10 – нижняя эпидерма; 11 – губчатый мезофилл; 12 – столбчатый мезофилл

Лист имеет характерное для данного вида и сорта строение, плоскую структуру, неболь­шую толщину (доли миллиметра). При ограниченном освещении тол­щина листовой пластинки меньше. Благодаря этому при малых затратах строительного материала создается значительная общая поглощающая поверхность листьев (*сухая масса 1 м2 листовых пластинок составляет 30-40 г*) и лист хорошо просвечивается. Поверхность листа волнистая, что увеличивает полноту улавливания солнечных лучей.

**2.1.2.Эпидерма (кожица)**. Снаружи лист покрыт *эпидермой*, или кожицей. Эта покровная ткань состоит из одного ряда живых плотно сомкнутых клеток без межклетников. Наружные стенки клеток утолщены и покрыты кутикулой. Эпидерма хорошо защищает внутренние ткани листа от высыхания, механических повреждений, проникновения микроорганизмов. Защитная функция эпидермы усиливается наличием у многих листьев воскового налета и разнообразных выростов (волосков, шипиков). Большинство клеток эпидермиса не содержат хлорофилла, исключение составляют лишь клетки, образующие *устьица*.

Число устьиц на единицу поверхности листа у разных растений сильно варьирует: от 40 до 300 штук на 1 мм2. Основные функции устьиц– газообмен и транспирация.

**2.1.3.Основная ткань (мезофилл)**. Между двумя слоями эпидермы находится *мезофилл* (от греч. Mesos – средний и phyllon – лист) – основная ассимилирующая ткань (паренхима), образующая мякоть листа. У многих листьев мезофилл дифференцирован на столбчатую и губчатую ткань.

К верхней эпидерме примыкает *столбчатый мезофилл*. Он состоит из одного-двух рядов узких длинных клеток, расположенных перпендикулярно к кожице и богатых хлорофиллом. Основная функция палисадного мезофилла – фотосинтез.

*Губчатая ткань*, прилегающая к нижней стороне листа, состоит из 2 – 7 слоев рыхло расположенных клеток неправильной формы. Хорошо развитая система межклетников через устьица сообщается с атмосферным воздухом. По межклетникам к фотосинтезирующим клеткам доставляется углекислый газ, и выводятся продукты обмена. Клетки губчатого мезофилла содержат значительно меньше хлоропластов, поэтому нижняя сторона листа, как правило, светлее верхней. Основные функции губчатого мезофилла – транспирация и газообмен, в меньшей степени – фотосинтез. У растений, живущих в воде, в мезофилле образуются крупные воздухоносные пространства, что превращает эту ткань в аэренхиму.

**2.1.4.Сосудисто-волокнистый (проводящий) пучок**. Среди фотосинтезирующих клеток листа располагается сеть разветвленных проводящих пучков. Ксилема в пучке расположена ближе к верхней стороне листа, а флоэма – к нижней. Крупные проводящие пучки хорошо оснащены механической тканью – склеренхимой, а мелкие – окружены паренхимными клетками, так называемой обкладкой. Проводящие пучки, окруженные сопутствующими клетками, называют жилками.

**2.1.5.Строение и работа устьиц.** Устьица растений выполняют две основные функции: осуществляют газообмен между внутренними тканями растений и внешней средой; обеспечивают транспирацию (испарение).

Устьице состоит из двух специализированных *замыкающих клеток* и щелевидного отверстия между ними – *устьичной щели* (рис.2). К замыкающим клеткам примыкают так называемые побочные (околоустьичные) клетки. Под устьицем в мякоти листа расположена воздушная полость. В процессе эволюции у растений выработалось приспособление, регулирующее интенсивность испарения: устьица способны автоматически закрываться или открываться по мере необходимости. Изменение размера устьичной щели обусловлено тургорными явлениями.

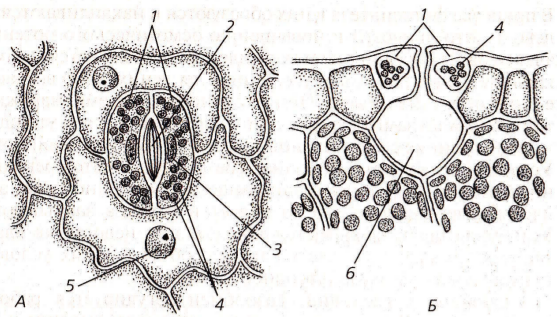


Рисунок 2. Строение устьичного аппарата: А – вид сверху; Б – поперечный разрез; 1 – замыкающие клетки; 2 – устьичная щель; 3 – ядро замыкающей клетки; 4 – хлоропласты; 5 – ядро клетки эпидермы; 6 – воздушная полость

Замыкающие клетки устьица существенно отличаются от остальных клеток эпидермы. Они имеют очертания семян фасоли или боба, и их стенки неравномерно утолщены: те, что обращены друг к другу, значительно толще остальных и практически не растяжимы. В замыкающих клетках находится большое число хлоропластов, и активно идет фотосинтез. В процессе фотосинтеза в них образуются и накапливаются углеводы, что приводит к повышению осмотического потенциала. Вода из соседних клеток эпидермы устремляется в замыкающие клетки: их объем увеличивается, в них резко возрастает тургорное давление. При увеличении объема наружные тонкие стенки замыкающих клеток растягиваются, а утолщенные внутренние стенки становятся вогнутыми и раздвигаются. Устьица открываются. В ночное время в результате прекращения фотосинтеза концентрация веществ в клеточном соке этих клеток уменьшается, тургор падает и устьица закрываются. Устьичная щель закрывается также и при недостатке влаги, так как замыкающие клетки не способны в таких условиях поддерживать высокое тургорное давление.

**2.2.Газообмен у растений**. Газообмен регулируется работой устьиц и обеспечивает два основных процесса: дыхание и фотосинтез.

В процессе *фотосинтеза* за счет энергии света при участии углекислого газа и воды образуются углеводы, при этом выделяется кислород. Углекислый газ поступает в фотосинтезирующие клетки из межклетников, куда попадает из атмосферного воздуха через устьица или из окружающих клеток в процессе их дыхания. Образующийся кислород выделяется в межклетники, откуда через устьица выводится в атмосферу или поглощается клетками для дыхания.

Во время *дыхания* происходят обратные процессы: органические вещества расщепляются, при этом освобождается энергия, необходимая для жизнедеятельности, кислород поглощается, и образуются углекислый газ и вода.

Если рассматривать эти два процесса в совокупности, то оказывается, что растения поглощают при фотосинтезе углекислого газа больше, чем выделяют при дыхании, а кислорода в процессе фотосинтеза выделяют больше, чем тратят при дыхании.

**2.3.Транспирация.** *Транспирация* – это испарение воды растением, которое наиболее интенсивно происходит через устьица. Транспирация предохраняет растение от перегрева и ожога солнечными лучами, а также обеспечивает передвижение воды с растворенными в ней минеральными веществами. На интенсивность испарения влияют многие факторы.

**2.4.Пластиды**

Пластиды характерны только для растений. Они не найдены у грибов и у большинства животных, исключая некоторых фотосинтезирующих простейших.

Предшественниками пластид являются *пропластиды*, мелкие обычно бесцветные образования, находящиеся в делящихся клетках корней и побегов.

Пластиды – относительно крупные образования клетки. Самые большие из них – хлоропласты – достигают у высших растений 4-10 мкм длины и хорошо различимы в световой микроскоп. Форма окрашенных пластид чаще всего линзовидная или эллиптическая. В клетках встречаются, как правило, несколько десятков пластид, но у водорослей, где пластиды нередко крупны и разнообразны по форме, число их иногда невелико (1-5). Такие пластиды называются *хроматофорами*. Лейкопласты и хромопласты могут иметь различную форму.

2.4.1.Строение хлоропласта

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\Bio\Desktop\70.jpg | C:\Users\Bio\Desktop\images.jpg |
| Хлоропласты в клетках листа | Строение хлоропласта |

Хлоропласты имеют оболочку, образованную двумя мембранами: наружной и внутренней. Внутренняя мембрана вдаётся в полость хлоропласта немногочисленными выростами. Мембранная оболочка отграничивает от цитоплазмы клетки матрикс хлоропласта, так называемую *строму*. Как строма, так и выросты внутренней мембраны формируют в полости хлоропласта сложную систему мембранных поверхностей, ограничивающих особые плоские мешки, называемые *тилакоидами* или *ламеллами*. Группы дисковидных тилакоидов связаны друг с другом таким образом, что их полости оказываются непрерывными. Эти тилакоиды образуют стопки (наподобие стопки монет), или *граны.* В строме хлоропластов содержатся ферменты и рибосомы, отличающиеся от рибосом цитоплазмы меньшими размерами. Часто имеются один или несколько небольших зёрен первичного крахмала. Генетический аппарат хлоропластов автономен, они содержат собственную ДНК.

Зеленая окраска обусловлена хлорофиллом[[4]](#footnote-5). Можно с уверенностью сказать, что хлорофилл — одна из самых больших загадок природы и необходимое условие жизни. Сейчас ученые работают над созданием процесса искусственного фотосинтеза, первые результаты уже были получены в Японии. В будущем это поможет создать эффективный и дешевый способ использования солнечной энергии, учитывая ограниченные запасы полезных ископаемых на планете. У высших растений и водорослях хлорофилл локализован в особых клеточных структурах – хлоропластaх и связан с белками и липидами этих структур. Хлоропласты высших растений и зеленых водорослей содержат два типа хлорофиллов, близких по структуре молекул, - зеленый с синеватым оттенком, хлорофилл *а* и зеленый с желтоватым оттенком, хлорофилл *b*. Хлорофилл *a* характерен для всех видов фотосинтезирующих растений. Хлорофилл *b* присутствует в листьях высших растений и в большинстве водорослей. Бурые водоросли, кроме того, содержат хлорофилл *с*, а красные – хлорофилл *d*. В состав молекулы хлорофилла входит ион магния.

Основная функция хлоропластов и хлорофилла – фотосинтез. В результате из неорганических веществ, углекислого газа и воды под действием света образуются углеводы (глюкоза, а из нее крахмал). Кроме этого синтезируются белки и липиды. Даже самый маленький листик выступает в роли фабрики или завода по производству органических соединений.

2.4.2. **Хромопласты.** Хромопласты содержаться в клетках лепестков многих растений, зрелых окрашенных плодах (томаты, шиповник, рябина), иногда – в корнеплодах (морковь). Внутренняя структура хромопластов проще структуры хлоропластов. Граны в них отсутствуют. Красноватая или оранжевая окраска хромопластов связана с присутствием в них каротиноидов. Считается, что хромопласты – конечный этап в развитии пластид, т.е. это стареющие хлоропласты и лейкопласты. Наличие хромопластов частично определяет яркую окраску многих цветков, плодов и осенних листьев.

**2.4.3.Лейкопласты.** Внутренняя структура лейкопластов проще структуры хлоропластов, в них отсутствуют граны. В лейкопластах пигменты отсутствуют, но здесь может осуществляться синтез и накопление запасных питательных веществ, в первую очередь крахмала, иногда белков и жиров. Очень часто в лейкопластах формируются зёрна вторичного запасного крахмала.

**2.5.Значение пигментов для растений**

Таким образом, в растительных клетках, кроме зеленых пигментов, есть красные и синие антоцианы, желтые флавоны и флавонолы, желто-оранжевые каротиноиды и темные меланины. Каждая из этих групп представлена несколькими отличающимися по химическому строению и по поглощению света и окраске пигментами. Самая главная функция пигментов – фотосинтез. Ее осуществляет в первую очередь  хлорофилл. Однако важную роль в фотосинтезе играют и некоторые каротиноиды. Они помогают молекулам хлорофилла вернуться в исходное состояние после передачи энергии и предохраняют их от фотоокисления. Используя разнообразные пигменты, растения «умудряются» использовать для фотосинтеза почти весь спектр видимого света, а также часть ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов.

Антоцианы в клетках растений выполняют не только роль вещества, придающего их тканям яркую привлекательную окраску. Оказывается, что эти пигменты, появляющиеся в листьях и стеблях при воздействии пониженных температур, в ранневесенний и осенний периоды служат своего рода «ловушкой» солнечных лучей, избирательно работающим фильтром.

Растительные пигменты – это крупные органические молекулы, поглощающие свет определенной длины волны

Цвет определяется способностью пигмента к поглощению света. Электромагнитные волны с длиной волны 400–700 нм составляют видимую часть солнечного излучения. Электромагнитные волны длиной 400–424 нм – это фиолетовый цвет, 424–491 – синий, 491–550 – зеленый, 550–585 – желтый, 585–647 – оранжевый, 647–740 нм – красный. Излучение с длиной волны меньше 400 нм – ультрафиолетовая, а с длиной волны более 740 нм – инфракрасная область спектра. Максимальное цветоразложение солнечного света приходится на 13–15 часов. Именно в это время луг, поле кажутся нам наиболее ярко и пестро расцвеченными. [3]

Если свет, падающий на какую-нибудь поверхность, полностью от нее отражается, эта поверхность выглядит белой. Если все лучи поглощаются, поверхность воспринимается как черная. Если же поглощаются только лучи определенной длины, то отражение остальных создает ощущение цвета. Например, кожура апельсина поглощает лучи синей части спектра. И мы видим апельсин оранжевым.

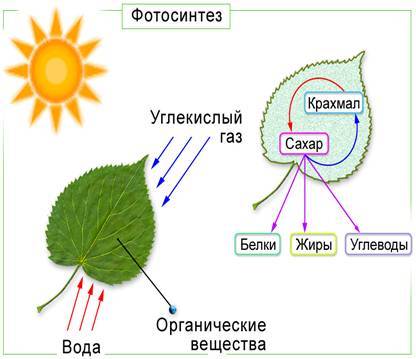
**2.6.Хроматография[[5]](#footnote-6).** В XIX веке чрезвычайное интеллектуальное удовлетворение ученым доставило обнаружение смысла зеленой окраски растений. Оказывается, растения поглощают свет и поглощенную энергию используют для синтеза питательных веществ! Нужно было выделить и очистить пигменты зеленого листа – хлорофиллы. А они так близки по свойствам, что разделить их не удавалось.

Михаил Семёнович Цвет является творцом этого метода анализа, открывшего широчайшие возможности для тонкого химического исследования.

Михаил Семенович Цвет бился над задачей разделения пигментов зеленого листа. Он взял стеклянную трубку, наполнил ее порошком мела и на верхний слой налил немного спиртового экстракта листьев. Экстракт был буро-зеленого цвета, и такого же цвета стал верхний слой меловой колонки. А затем Михаил Семенович начал по каплям лить сверху в трубку с мелом чистый спирт. Капля за каплей очередная его порция растворяла пигменты с крупинок мела, передвигаясь вниз по трубке. В результате в столбике мела получались однородные окрашенные полосы чистых веществ. Ярко-зеленая полоса, полоса чуть желтее зеленого – это два вида хлорофиллов и яркая желто-оранжевая полоса каротиноидов. Цвет назвал эту картину хроматограммой[[6]](#footnote-7).

В 1944 году английские химики предложили метод бумажной хроматографии. Сегодня использование принципа хроматографического разделения веществ – основа большинства достижений в науке и технике.

**2.7.Фотосинтез.** . Из уравнения фотосинтеза видно, что, во-первых, листу

 требуются источники диоксида углерода (углекислого газа) и воды, во-вторых, лист должен содержать хлорофилл и быть способным поглощать солнечный свет, в-третьих, кислород улетучивается как побочный продукт, и, наконец, углевод как полезный продукт должен транспортироваться в другие части растения или запасаться. 

**2.8.Использование растением образуемых органических веществ.** В процессе питания растения имеющееся в листьях органическое вещество — крахмал превращается в глюкозу, которая растворяется в воде и доставляется по ситовидным трубкам во все органы. Из глюкозы и минеральных веществ в клетках растения в процессе многочисленных превращений образуются другие органические вещества, в том числе белки и жиры. Все эти органические вещества идут на питание растения — то есть на построение его тела, а также откладываются в запасающих тканях и используются при дыхании.

**2.9.Листопад**. *Листопад* – это естественное опадение листьев при их отмирании. В зависимости от характера листопада все растения делятся на две группы: листопадные и вечнозеленые. У *листопадных растений* листья опадают одновременно в определенный период года. Для них листопад – это приспособление к неблагоприятным климатическим условиям: уменьшение общей поверхности наземных органов снижает транспирацию (растения не погибнут от обезвоживания) и предотвращает поломку ветвей под тяжестью снега. У *вечнозеленых растений* листья опадают по одному в течение длительного времени. В стареющем листе снижается интенсивность фотосинтеза и дыхания, происходит деградация хлоропластов и разрушение хлорофилла. Каротиноиды, которые до этого были незаметны, проявляются и определяют желтую и оранжево-красную окраску старых листьев. В листе накапливаются конечные продукты обмена веществ, и одновременно из листа активно выводятся органические вещества. Почти полностью в осевые органы уходят углеводы. Завершается старение листа отделением его от стебля.

Перед листопадом в основании листа, около места прикрепления его к стеблю, формируется *отделительный слой*, а сосуды и ситовидные трубки закупориваются. Под действием образующегося в стареющих листьях фитогормона оболочки клеток отделительного слоя частично растворяются, и листья остаются висящими на проводящих пучках. Достаточно небольшого механического воздействия, чтобы проводящие пучки порвались и лист отделился. Опадение листьев происходит под действием собственного веса, но значительно усиливается при порывах ветра и под ударами капель дождя. После отделения листа на поверхности стебля образуется рубец, покрытый слоем пробки.

**III.Исследовательская часть.**

**3.1. Изучение внешнего и внутреннего строения листа пеларгонии.**

**Цель: изучить строение листа пеларгонии**

**Оборудование:** лист пеларгонии зональной, микроскоп, предметные и покровные стекла, препаровальная игла, пинцет.

**Ход работы.**

1) Приготовили временный препарат эпидермиса листа пеларгонии.

2)При большом увеличении микроскопа рассмотрели участок эпидермиса. (Приложение №2).

3)На рисунке рассмотрели внутреннее строение листа, нашли губчатую и столбчатую ткань, хлоропласты

**Вывод:** лист герани сверху и снизу покрыт эпидермисом, видны устьица. Под эпидермисом находится столбчатая и губчатая ткань, в ней видны хлоропласты.

**3.2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.**

Одним из основных продуктов, образующихся при биохимических реакциях в ходе фотосинтеза в зеленых растениях, является крахмал. Нахождение крахмала легко выявляется с помощью качественной реакции. С помощью данной работы, требующей для получения окончательного результата несколько суток, можно доказать факт образования крахмала в ходе фотосинтетических реакций.

Одно растение обильно поливают и для оттока крахмала помещают в темное место надвое суток. Другое растение оставляют на свету. Затем первое растение извлекают из шкафа, и на его листья прикрепляют фигурки, вырезанные из плотной черной бумаги. Оба растения выдерживают на свету в течении трех, четырех дней, осуществляя полив. Затем с каждого растения срезают по листу, выдерживают их две, три минуты в кипящей воде и помещают в стакан с горячим спиртом для получения вытяжки хлорофилла. Обесцвеченные листья обрабатывают раствором йода.

**Цель:** доказать, что образование углеводов происходит на свету,  пронаблюдать качественную реакцию йода на крахмал.

**Оборудование:** лист пеларгонии зональной, раствор йода, кипящая вода, спирт, чашки Петри, полоска черной бумаги, скрепки.

**Ход работы.**

**Опыт 2.1.** Срезали лист комнатного растения, выдержанного несколько дней в темноте. Обесцветили лист, опустив лист в ванночку с кипятком, а потом в горячий спирт. Хлорофилл растворяется в спирте и лист обесцвечивается. Капнули на лист капельку йода.

**Наблюдали**: лист не изменил окраски. В листьях растений, находящихся долгое время в темноте не произошло образование органических веществ – крахмала.

**Вывод:** органические вещества не образуются в зелёных растениях при отсутствии света.

**Опыт 2.2.** Возьмём комнатное растение, выдержанное предварительно в темноте и прикрепим с обеих сторон листа этого растения полоску чёрной бумаги. Выставим растение на яркий свет. На следующий день срежем этот лист и обесцветим его. Промоем лист и капнем капельку йода.

**Наблюдали:** часть листа, закрытая полоской бумаги цвет не изменила. Часть листа, находившаяся на свету, окрасилась в синий цвет.

**Вывод:** органические вещества (крахмал) в зелёных листьях образуются только на свету.

**Опыт 2.3.** Возьмём лист комнатного растения хлорофитума. Обесцветим лист. Капнем капельку йода. Что мы наблюдаем? Края листа посинели, а середина с белой полоской осталась без изменения.

**Вывод.** Органические вещества (крахмал) образуются в зелёных листьях в зелёных листьях, то есть там, где есть зелёный пигмент хлорофилл.

**3.3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.**

**Цель:** выяснить, какие пигменты обеспечивают листьям растения зеленую окраску, получить вытяжку хлорофилла для дальнейшего изучения ее свойств; показать, что зеленая окраска обусловлена присутствием в ней хлорофилла и что наряду с хлорофиллом в спиртовой вытяжке присутствуют желтые пигменты.

**Оборудование**: свежие листья пеларгонии, 95% -ый этиловый спирт, бензин, ступка фарфоровая, пробирка, воронка, ножницы, фильтровальная бумага.

**Ход работы.**

1.Получим вытяжку пигментов. К измельченным листьям добавим 5-10 мл этилового спирта, на кончике ножа мел для нейтрализации кислот клеточного сока и разотрем их в фарфоровой ступке до однородной зеленой массы.

2.Подольем еще этилового спирта и осторожно продолжаем растирание, пока спирт не окрасится в интенсивный зеленый цвет.

3.Полученную спиртовую вытяжку отфильтруем в чистую сухую пробирку или колбу. Таким образом, получили пигмент хлорофилл, придающий растениям зеленый цвет.

**Вывод:** пигмент хлорофилл имеет зеленый цвет.

**3.4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.**

**Цель:** убедиться в том, что спиртовая вытяжка пигментов листа, помимо зеленых хлорофиллов, содержит еще и желтые пигменты - каротиноиды,

**Оборудование:** свежие листья комнатных растений, 95-процентный этиловый спирт, бензин, ступка фарфоровая, пробирки, воронка, ножницы, фильтровальная бумага.

1.Получили вытяжку пигментов из листьев пеларгонии.

2.К измельченным листьям (для опыта достаточно 1—2 листа пеларгонии) добавили 5—10 мл этилового спирта, на кончике ножа СаСО3(мел) для нейтрализации кислот клеточного сока и растерли в фарфоровой ступке до однородной зеленой массы.

3.Прилили еще этилового спирта и осторожно продолжили растирание, пока спирт не окрасится в интенсивно-зеленый цвет.

4.Полученную спиртовую вытяжку отфильтровали в чистую сухую пробирку или колбу.

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

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

**Вывод:** 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.

**3.5.Разделение пигментов по методу Крауса.**

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.

**Цель:** убедиться в том, что в спиртовой вытяжке наряду с зеленым хлорофиллом присутствуют желтые пигменты, используя их различную растворимость в спирте и бензине

**Оборудование:** спиртовая вытяжка пигментов, бензин, пробирки, пипетка, цветные карандаши.

1.В пробирку налили 2—3 мл спиртовой вытяжки пигментов, столько же бензина и 1—2 капли воды.

2.Закрыли пробирку, энергично взболтали в течение 2—3 мин и дали отстояться.

Вывод: жидкость в пробирке разделилась на 2 слоя; бензин, как более легкий, - наверху, спирт — внизу. Оба слоя приобрели 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.

**3.6. Изучение зависимости цвета вытяжки пигментов листа от количества хлорофилла**

В этом опыте свет должен проходить через раствор хлорофилла снизу вверх – нам понадобится источник света, который можно разместить под пробиркой. Это может быть положенная горизонтально настольная лампа без абажура, осветитель для аквариума, мощный фонарь и т.п. Кроме того, нужно приготовить темно-зеленую спиртовую вытяжку пигментов листа, как указано в опыте 3.

Высокую пробирку оберните черной бумагой, чтобы свет не попадал на раствор сбоку, и поместите ее над источником света. Смотрите в пробирку сверху и добавляйте в нее небольшими порциями раствор хлорофилла.

Пока вытяжки в пробирке немного, ее цвет изумрудно-зеленый – за счет поглощения в первую очередь лучей сине-фиолетовой и красной областей спектра. Голубые, желтые и оранжевые лучи поглощаются в очень небольшой степени. Однако по мере увеличения количества вытяжки в пробирке суммарное количество поглощенного света в этих областях (сначала в голубой и желтой областях спектра, а затем и зеленых лучей) возрастает. На определенном этапе остаются непоглощенными только дальние красные лучи, и раствор в пробирке приобретает вишнево-красный цвет.

**Вывод:** хлорофилл поглощает лучи большей части видимого спектра, но интенсивность поглощения разных лучей неодинакова. Суммарное поглощение зависит от общего количества хлорофилла.

**3.7. 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 обусловливает 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.

**Цель:** удалить из молекулы хлорофилла магний.

**Оборудование:** спиртовая вытяжка хлорофилла, 10-процентный раствор соляной кислоты, уксуснокислый цинк, спиртовка, пипетка, 3 пробирки.

1.Спиртовую вытяжку хлорофилла разлили в пробирки по 2—3 мл.

2.Одна из пробирок контрольная. В две другие добавили по 2—3 капли соляной кислоты.

**Наблюдали:** образование вещества бурого цвета.

**Вывод:** результате взаимодействия хлорофилла с кислотой магний замещается двумя атомами водорода и образуется вещество бурого цвета — **феофитин.** Феофитин образуется в листьях, поврежденных заморозками, высокой температурой, промышленными газами, в процессе старения.

**3.8. Образование колец отмирания на листьях.**

Образование феофитина в листьях мно­гих растений может происходить также и при нагревании листа выше 70—80 °С. Его можно вызвать искусственно.

**Цель:** выяснить что происходит в листьях при воздействии на них высокой температуры.

**Оборудование:** зеленые листья различ­ных растений, монета, спиртовка, препаровальная игла, стеклянная палочка.

1.Закрепили монету так, чтобы не обжечься, и нагрейте ее в пламени спиртовки.

2.Горячую монету опустите на лист.

**Наблюдали:**  вокруг монеты появилось бурое пятно неправильной формы, при этом часть листа непосредственно под монетой может остаться зеленой.

3.Прикоснулись к листу концом сильно нагретой стеклянной палочки, либо проколите его раскаленной препаровальной иглой.

**Вывод**: 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.

**3.9. Действие щелочи на хлорофилл.**

**Цель:** выяснить как действует щелочь на хлорофилл..

**Оборудование:** спиртовая вытяжка хлорофилла, 20%-ный раствор щелочи, пробирки.

Ход работы.

1.Налили в пробирку 2 – 3 мл спиртовой вытяжки пигментов, добавили 4 – 5 капель 20%-ного раствора щелочи и взболтали смесь. Произошла реакция взаимодействия хлорофилла со щелочью. Цвет раствора не изменился, так как соли хлорофиллина имеют зеленую окраску. Затем добавили бензин, чтобы общий объем жидкости в пробирке увеличился в 2 раза, взболтали и дали отстояться.

Нижний спиртовой слой окрасился в зеленый цвет благодаря присутствию в нём натриевой соли хлорофиллина, которая, в отличие от хлорофилла, в бензине не растворима. Здесь же, в спиртовом слое, находился пигмент ксантофилл, но его окраска маскируется интенсивно зелёным цветом натриевой соли хлорофиллина. Верхний слой бензина окрашен в жёлтый цвет пигментом каротином.

**Вывод:** опыты по разделению пигментов спиртовой вытяжки листа показывают, что она содержит два жёлтых пигмента: каротин и ксантофилл. Количественное соотношение их в растениях примерно равное.

**Заключение.**

**Растения - это не только «легкие планеты», обеспечивающие всех нас кислородом, но и те организмы, которые превращают неорганический углекислый газ в сахара - основной источник пищи для всех остальных организмов. Процесс, обеспечивающий это обеспечение органическими веществами, - фотосинтез.**

# **Фотосинтез** — это процесс перевода энергии солнечного света в энергию связей других химических веществ, прежде всего углеводов. Основными поглотителями энергии света являются пигменты фотосинтеза: хлорофиллы (основные пигменты), ксантофиллы (дополнительные пигменты, поглощающие тот свет, который не поглотил хлорофилл). Следовательно, соотношение разных пигментов фотосинтеза отражает эффективность фотосинтеза. Для этого необходимо определять соотношение пигментов фотосинтеза в клетке. **Для разделения используется метод хроматографии на бумаге.** Изобретателем является русский ученый Михаил Семенович Цвет. Принцип метода состоит в том, что молекулы хлорофилла разного размера и разной окраски при пропитывании бумаги или слоя мела в стеклянной трубке перемещаются под воздействием растворителя с разной скоростью.

Фотосинтез - важнейшая жизненная функция зеленых растений, результат которой - первичный синтез органического вещества. Для осуществления фотосинтеза необходим одновременный приток света, тепла, воды, углекислого газа из воздуха и питательных веществ из почвы (элементов минерального питания). Сущность фотосинтеза заключается в том, что под действием энергии солнечного луча, поглощаемой хлоропластами листьев и других зеленых органов растений, вода разлагается (фотолиз воды). При этом образуется свободный кислород, который выделяется в окружающую среду, а водород присоединяется к углероду диоксида углерода, восстанавливает его и в результате образуются органические вещества: углеводы, белки, кислоты, витамины, фитогормоны и др. Фотосинтез — сложный многоступенчатый процесс, протекающий с участием многих ферментов.

**Список используемой литературы:**

1.Артамонов В.И. «Занимательная физиология растений» Москва, Агропромиздат, 1997 г.

2.Батурицкая Н. В., Фенчук Т. Д.Удивительные опыты с растениями: Кн. для учащихся.—Мн.: Нар. асвета, 1991.—208 с.: ил.

3.Детская энциклопедия «Что такое? Кто такой?» - М.: «Дрофа», 199*Ян*

4.Дижур Б. «Зеленая лаборатория» — М.: Детгиз, 1984.

5.Желнин Ю.Ю., Лихопуд Э.В. «Пигменты листа. Их свойства и значение», журнал «Биология в школе», № 4, с. 42-43, 2006 г.

6.Кошель П. Фотосинтез. Газета. Биология. №42/2004

7.Марголин Я., «Где у растения дом?» - М.: «Детская литература», 1981.

8.Плешаков, А.А., «Мир вокруг нас» - М.: «Просвещение», 2005.

9.Пчелов А. М. «Природа и ее жизнь». – Л.: Жизнь, 1990

10.Сергеев И. И. «История фотосинтеза». – М.: Наука, 1989

11.Тейлор Д., Стаут У., Грин Н. «Биология», Мир, Москва, 2008 г.

12.Тимирязев К.А. Жизнь растения. Школьная библиотека. Государственное издание детской литературы Министерства Просвещения РСФСР, Москва 1949 год

13.ШлегельГ.Г., История микробиологии. – М.: Эдиториал УРСС, 2006. – с.266.

**Приложения**

**Приложение 1.**

|  |  |
| --- | --- |
| **C:\Users\Bio\Desktop\anemone3.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\1a7744f14a48024c8ffefcb24f57fa2f.jpg** |
| **Ве́треница дубра́вная** ([лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) Anemóne nemorósa) | Печеночница благородная (Hepatica nobilis) |
| **C:\Users\Bio\Desktop\vidi_tyulpaniv.jpg** | C:\Users\Bio\Desktop\3.jpg |
| **Тюльпа́н** ([лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Túlipa*) — [род](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B4_(%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) многолетних травянистых [луковичных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%86%D0%B0) растений семейства [Лилейные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B5) (*Liliaceae*), в современных [систематиках](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) включающий более 80 видов[[⇨](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%8E%D0%BB%D1%8C%D0%BF%D0%B0%D0%BD#Оценка_числа_видов) | |

**Приложение № 2.**

Мы опросили 100 человек, обучающихся 5-х классов. (Мы пока не изучали на уроке процессы фотосинтеза, но строение клеток живых организмов уже рассматривали)

1. Почему летом листья у растений зелёные?

Из 100 человек опрошенных на этот вопрос ответили:

«не знаю» - 14 человек;

«достаточно света, тепла и воды»- 16 человек;

«содержат зеленые пигменты» - 30;

«содержат хлорофилл» - 40

2. Почему с наступлением осени листья меняют окраску?

«не знаю» - 14 человек;

«от старости»-10 человек;

«от холода»- 6 человек;

«разрушается главный пигмент»-40 человек;

«разрушается хлорофилл»-30

3. Что такое фотосинтез?

«не знаю» - 30 человек;

«образуется кислород»- 20 человек;

«это что-то сложное» - 16;

«затрудняюсь ответить» - 20 человек;

«фото» - значит, связан со светом» 8 человек;

«нужен, чтобы образовался сахар» - 6 человек.

**Приложение 3.**

**Изучение внешнего и внутреннего строения пеларгонии.**

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1 — основные клетки эпидермы, 2 — замыкающие клетки устьица,  3 — устьичная щель, 4 — кроющий волосок, 5 — железистый волосок (трихома),  6 — околоволосковые клетки, 7 — побочные клетки |
| **Эпидерма нижней стороны листа пеларгонии (Pelargonium zonale (L.))** | |
| **C:\Users\Bio\Desktop\pic45.png** | Внутреннее строение листа: 1 – верхняя эпидерма; 2 – железистый волосок; 3 – кроющие волоски; 4 – ксилема; 5 – флоэма; б – механические волокна; 7 – колленхима; 8 – обкладочные клетки пучка; 9– устьице; 10 – нижняя эпидерма; 11 – губчатый мезофилл; 12 – столбчатый мезофилл |
| **Внутреннее строение листа** | |

**Приложение 4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_121954.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1947.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1957.JPG** |
| **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1958.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1968.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1959.JPG** |
| **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1961.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1963.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1960.JPG** |
| **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1964.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\IMG_1975.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_123156.jpg** |
| **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_123705.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая пfgrf)\image-0-02-05-299d1f37a7c4f36e1ff64041dda829ed9ae8503d378e81b42023b532faa044ab-V.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_123632.jpg** |
| **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_124834.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_124853.jpg** | **C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\фотосинтез\P020412_1442.jpg** |
|  |  |  |
| **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях пеларгонии.** | **Опыт 2. Обнаружение крахмала в листьях хлорофитума** |
| **Давим-давим листики** | **Изображение 100.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_121149.jpg** |
| **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** |
| **Фиии, воняет** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_121713.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_121703.jpg** |
| **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3.Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_121752.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая пfgrf)\image-0-02-05-62e0d0afbeb855736a4412bbd7846d5a47a684dd8d38253804d0daf294698565-V.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая папка\20180120_121813.jpg** |
| **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШКОЛА 37\ФОТОСИНТТЕЗ ПРОЕКТ\Новая пfgrf)\image-0-02-05-c78b19952a18406eb1a838731ee79448ee38385deef40b792448c45ec8d75bb8-V.jpg** | **C:\Documents and Settings\Admin\Рабочий стол\фотосинтез\P020412_1456.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШОП\image003_68.jpg** |
| **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии.** | **Опыт3. Получение хлорофиллов из листа пеларгонии (после добавления воды)** |

**Приложение №5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ФОТО ФОТОСИНТЕЗ\Новая папка\готовим вытяжку  3.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ФОТО ФОТОСИНТЕЗ\Новая папка\готовим вытяжку  3.JPG** | **C:\Users\Bio\Desktop\вытяжка.jpg** |
| **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** | **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** | **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШОП\hqdefault.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\Новая папка\images.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\Новая папка\images.jpg** |
| **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** | **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** | **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШОП\42.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШОП\download.jpg** |  |
| **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** | **Опыт 4. Какие пигменты содержатся в зеленом листе. Разделение красителей из растений методом бумажной хроматографии.** | **Опыт 5. Разделение пигментов по методу Крауса.** |
| **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШОП\79.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\ФОТО ШОП\80.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\юля фотошоп\5 (исправ).jpg** |
| **После встряхивания** | **После омыления** | **Опыт 8. Образование колец отмирания на листьях.** |
| **C:\Users\Bio\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\20180410_171146.jpg** | **C:\Users\Bio\AppData\Local\Microsoft\Windows\Temporary Internet Files\Content.Word\20180410_171101.jpg** | **C:\Users\Bio\Desktop\images.jpg** |
| **Опыт 8. Образование колец отмирания на листьях.** | **Опыт 8. Образование колец отмирания на листьях.** | **Ни одно растение не погибло, для опытов мы использовали только листья!!!** |

1. **Ве́треница дубра́вная** ([лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Anemóne nemorósa*) — [многолетнее](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) [травянистое](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B0) [растение](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5); [вид](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B2%D0%B8%D0%B4) [рода](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B4_(%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) [Ветреница](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0) семейства [Лютиковые](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5). [↑](#footnote-ref-2)
2. **Печёночница**, или **перелеска** ([лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Hepática*) — [род](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B4_(%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) травянистых вечнозелёных лесных растений семейства [Лютиковые](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5) [↑](#footnote-ref-3)
3. **Тюльпа́н** ([лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *Túlipa*) — [род](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B4_(%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) многолетних травянистых [луковичных](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%86%D0%B0) растений семейства [Лилейные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B5) (*Liliaceae*), в современных [систематиках](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9) включающий более 80 видов[[⇨](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%8E%D0%BB%D1%8C%D0%BF%D0%B0%D0%BD#Оценка_числа_видов) [↑](#footnote-ref-4)
4. Хлорофилл (от греческого chloros - зеленый и phyllon - лист) -  зеленый пигмент растений, с помощью которого они улавливают энергию солнечного света и осуществляют фотосинтез. [↑](#footnote-ref-5)
5. **Хроматогра́фия** (от [др.-греч.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) χρῶμα — цвет) — [метод разделения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F) и анализа смесей [веществ](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), а также изучения физико-химических свойств веществ. [↑](#footnote-ref-6)
6. **Хроматограмма** — результат регистрирования зависимости концентрации компонентов на выходе из [колонки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B0) от времени. [↑](#footnote-ref-7)