

Этот чудесный хлорофилл.

Опыт, доказывающий влияние магния на цвет хлорофилла.

Цель: Доказать, что на цвет хлорофилла оказывает влияние наличия металлоорганической связи в его молекуле.

Оборудование:

Для работы понадобятся свежие листья комнатных растений, 95% этиловый спирт, фарфоровая ступка с пестиком, воронка и фильтровальная бумага, 10% раствор соляной кислоты, уксуснокислый свинец, чистый (для заправки зажигалок) бензин, спиртовка, пипетка, пробирки.

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.

Осторожно! Не забывайте о правилах работы с концентрированными кислотами!

При этом атом металла замещается водородом. Продукт реакции – феофитин – имеет бурый цвет, хотя, кроме отсутствия одного атома магния, ничем не отличается по структуре от молекул хлорофилла. **Таким образом, получение феофитина служит доказательством того, что атом магния определяет зеленый цвет хлорофилла.**

Пигменты листа нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в спирте, бензине и ацетоне.

В спиртовой вытяжке содержится смесь четырех пигментов: двух желтых – каротина и ксантофилла, двух зеленых – хлорофилла а и b.

Выделение хлорофиллов проводят по методу Крауса с отделением каротина

Он основан на различной растворимости пигментов в органических растворителях и разной плотности этих растворителей. Пигменты разделяются поочередно, под действием физических и химических воздействий. На первом этапе отделяется только ксантофилл, находящийся в спирте, а хлорофиллы и каротин остаются смешанными в бензиновом слое. На втором этапе из бензинового слоя удаляют хлорофиллы путем омыления, в результате чего можно видеть каротин, растворенный в бензине.

Одним из свойств, используемых на практике, является взаимодействие со щелочью с образованием хлорофиллина, который растворим в спирте. При проведении этой реакции атом магния сохраняется в молекуле. Установить связь этого свойства пигмента с природой металлоорганической связи можно, заместив в молекуле феофитина водород снова на металл, но не магний, а какой-либо другой. Полученное вещество (металлозамещенное хлорофилла) также окажется

окрашенным. Замешенный хлорофилл долго сохраняет зеленую окраску и не окисляется на воздухе, поэтому хранить его легче.

Экспериментальная часть

1 группа

Для получения спиртовой вытяжки 2 грамма листьев нарезать и тщательно растереть в ступке, на кончике ножа порошок CaCO_3 (мел) для нейтрализации кислот клеточного сока, добавляя постепенно небольшими порциями (всего 13 мл) этилового спирта. Затем вытяжку профильтровать через складчатый фильтр.

Рассмотрите полученный раствор хлорофилла в проходящем свете (он имеет зеленый цвет) и в отраженном свете (вишнево-красный – явление флуоресценции). Если добавить к вытяжке (в отдельной пробирке) несколько капель воды и встряхнуть, то прозрачный раствор хлорофилла мутнеет (явление флуоресценции исчезает).

2 группа

Для выделения хлорофиллов в сухую колбу наливали 13 мл свежеприготовленной спиртовой вытяжки пигментов, добавляли такой же объем бензина и 1-2 капли воды (для лучшего отделения спирта от бензина). Закрывать колбу резиновой пробкой, содержимое хорошо встряхнуть и дать отстояться. Верхний (бензиновый) слой, окрашенный в зеленый цвет, отделяется от нижнего (спиртового) четкой границей. В верхний бензиновый слой переходят оба хлорофилла и каротин, в нижнем, спиртовом слое, остается желтый пигмент ксантофилл.

3 группа

Для отделения хлорофилла от каротина верхний слой с помощью делительной воронки переносили в колбу. В этой зеленой вытяжке хлорофилл маскирует каротин. Для разделения хлорофилла от каротина в колбу добавляли 5 мл спирта и несколько кристалликов щелочи и содержимое сильно встряхивали.

Информация: По химическому строению хлорофилл представляет собой сложный эфир дикарбоновой кислоты хлорофиллина и двух спиртов: метилового и фитола. При взаимодействии сложных эфиров со щелочами происходит реакция омыления – разрыв сложноэфирных связей с образованием соли данной кислоты и спиртов. В результате реакции омыления хлорофилла образуется натриевая или калиевая соль хлорофиллина, метиловый спирт и фитол.

При взаимодействии щелочи с хлорофиллом образуется щелочная соль хлорофиллина, которая переходит из бензина в спирт. В результате в колбе верхний (бензиновый) слой содержит каротин, а нижний (спиртовой) – щелочную соль хлорофиллина. Из хлорофиллина получить феофитин. Добавляя 2-3 капли 15%-ной хлороводородной кислоты. Изумрудно-зеленая окраска исчезала, и вытяжка приобретала бурый цвет – образовался феофитин. Происходило замещение в хлорофилле магния, на его место становится водород.

4 группа

Замещение магния свинцом.
К одной части феофитина добавляли несколько кристаллов сухого ацетата свинца, пробирки осторожно нагреть до кипения на спиртовке. Бурая окраска постепенно исчезала, и вытяжка приобретала зеленый цвет. Здесь происходило замещение водорода атомом свинца.

Вывод: цвет хлорофилла зависит от наличия металлоорганической связи в его молекуле.

Спасибо за внимание!