**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Глебычевская средняя общеобразовательная школа**

**Чудо – этилен**

Харин Павел Юрьевич ученик 8 класса

Учитель химии высшей квалификационной категории Шам Ольга Афанасьевна

2016 год

**Введение**

Газ этилен (С2Н4) справедливо относят к гормонам растений и называют гормоном спелости, так как он синтезируется в растениях и выделяется ими, и в крайне низких концентрациях регулирует рост растений, активирует созревание плодов, участвует в ответе растений на различные стрессовые ситуации, вызывает старение листьев и цветов, опадение листьев и плодов и регулирует многие важные события в жизни растений. Этилен и соединения, разрушение которых сопровождается выделением его выделением, имеют широкое применение в сельском хозяйстве. Это определяет внимание к этилену со стороны химиков, биохимиков, биологов, генетиков и практиков к изучению этилена[5].

Свою работу я хочу начать с рассказа одной притчи. В очень давние времена при дворе китайского императора жил-был один старый садовник. Цветы и плоды из императорских садов славились по всему Китаю. Росло в саду грушевое дерево, которое плодоносило раз в десять лет, и лишь тогда созревали груши, когда было тёплое лето. Однажды весной император вызвал своего садовника и приказал, чтобы осенью тот принёс ему зрелые груши. Он пообещал наградить садовника золотом: «Я дам тебе столько золота, сколько будут весить груши, которые ты мне принесёшь. А если не исполнишь - прикажу казнить». Лето выдалось холодное, не было никакой надежды, что груши созреют. Но садовник снял недозрелые груши, разложил их в своей комнате и стал окуривать их ладаном. Груши налились, стали янтарно-желтыми и пахли мёдом. Но садовник не понёс груши императору, а раздал детям и после этого исчез. Секрет дозревания груш пропал вместе с ним[1]. Прошло много столетий, прежде чем проверили состав дыма ладана. Оказалось, что в его дыме имеется бесцветный газ – этилен. Я услышал эту притчу на уроке истории и мне стало интересно узнать, что это за газ и на какие «чудеса» ещё он способен. С этими вопросами я и пришел в школьный кабинет химии. Чтобы разобраться с ними, мы с учителем химии поставили перед собой следующие **цели:**

\*познакомиться с литературой об этилене (его открытию, получению и свойствам); \*выяснить: какими биологическими свойствами обладает этилен; \*определить, какие фрукты и овощи синтезируют этилен; \*получить этилен в школьной лаборатории, подтвердить на практике его химические свойства и его роль как фермента спелости овощей и фруктов. Этилен впервые был получен немецким химиком Иоганном Бехером в 1680 году при действии купоросного масла на винный спирт. Вначале его отождествляли с «горючим воздухом», то есть с водородом. В 1795 году этилен подобным образом получила группа голландских химиков и описала его под названием «маслородного газа», так как обнаружили способность этилена присоединять хлор с образование6м маслянистой жидкости – хлористого этилена («масло голландских химиков») [6]. Изучение свойств этилена и его производных началось с середины XIXвека. Начало практического использования этих соединений положили классические исследования А.М. Бутлерова и его учеников в области непредельных соединений, и, особенно, созданная А.М. Бутлеровым теория химического строения. В 1860 году он получил этилен действием меди на йодистый метилен, установив структуру этилена. Этилен представляет собой бесцветный газ, обладающий слабым, едва ощутимым запахом. Он плохо растворим в воде, горит светящимся пламенем, образует с воздухом взрывчатые смеси. Уже при температуре 350о этилен частично разлагается на метан и ацетилен. При температуре 1200о он разлагается на ацетилен и водород.

В природных газах (за исключением вулканических) этилен практически не встречается. Он образуется, главным образом, при пирогенетическом разложении природных соединений, содержащих органические вещества[2]. Этилен – это представитель непредельных углеводородов, в молекулах которых между атомами углерода есть одна двойная (кратная) связь.

Н Н

С С

Н Н

Второе название - «олефины» – эти углеводороды получили по аналогии с жирными кислотами, остатки которых входят в состав жидких жиров – масел (от англ. oil – масло) [4]. Этилен используется в химической промышленности для получения разнообразных веществ и материалов. Например, полиэтилена, который используется для изготовления упаковочной плёнки, посуды, труб, электроизоляционных материалов, синтетического каучука, этилового спирта, стирола и многого другого [4]. Знакомясь с литературой об этилене и его применении, я узнал об очень интересном свойстве этого газа – ускорять созревание плодов: овощей и фруктов[3] и решил больше узнать именно об этом свойстве газа-этилена. Гормональная система регуляции является одной из важнейших систем у растений и включает в себя фитогормоны. Фитогормоны - это соединения, с помощью которых осуществляется взаимодействие клеток, тканей и органов, и которые в малых количествах необходимы для запуска и регуляции физиологических программ. Гормоны растений сравнительно низкомолекулярные органические вещества. Они образуются в различных тканях и органах и действуют в очень низких концентрациях. Газ этилен справедливо относят к гормонам растений, так как он синтезируется в них, и в крайне низких концентрациях активирует их рост, ускоряет созревание плодов, вызывает старение листьев и цветов, опадение листьев и плодов, участвует в ответе растений на различные стрессовые факторы и в регуляции многих других важных событий в жизни растений[5]. Этилен имеет широкое применение в практике сельского хозяйства. Всё это привлекает большое внимание к этилену. Свойство ускорять созревание плодов было обнаружено у этилена давно, ещё в 20-е годы XIX века, и с тех пор его широко используют. При транспортировке овощей и фруктов важно, чтобы плоды оставались прочными и зелёными. Для этого их перевозят в проветриваемой таре, оберегая плоды от механических повреждений, вызывающих синтез этилена. Кроме того, биосинтез этилена замедляется при пониженной температуре и при высокой концентрации углекислого газа и паров воды в воздухе. Возможно применение ингибиторов биосинтеза этилена, если бы не их высокая токсичность для человека. Единственное место применения ингибиторов – хранение срезанных цветов. В Голландии цветы ставят не в обычную воду, а в специальный раствор, который помимо минеральных солей, продуктов фотосинтеза и антисептиков содержит ингибиторы синтеза этилена. С помощью таких добавок удаётся сохранять букеты свежими в течении многих дней [2]. В 1901 году Дмитрий Николаевич Нелюбов выращивал горох в лаборатории, в Санкт-Петербурге, но семена давали искривлённые, укороченные проростки, у которых верхушка была согнута крючком и не разгибалась. В теплице и на свежем воздухе проростки были ровные, рослые, и верхушка на свету быстро распрямляла «крючок». Д.Н. Нелюбов предположил, что фактор, влияющий на физиологический эффект, находится в воздухе лаборатории. В то время помещения освещали газом. В уличных фонарях горел тот же газ. Давно было замечено, что при аварии в газопроводе, стоящие рядом с местом утечки газа деревья преждевременно желтеют и сбрасывают листья. Осветительный газ «очистили» и проростки гороха в «очищенном» газе развивались нормально. Для того чтобы выяснить, какое вещество так влияет на проростки гороха, учёный добавлял разные компоненты осветительного газа по очереди, и обнаружил, что добавление этилена улучшает прорастание семян гороха, и они становятся крепкими и сильными. Горох оказался настолько чувствительным к этилену, что его стали использовать в биотестах для определения низких концентраций этого газа. Вскоре оказалось, что этилен вызывает и другие эффекты, а синтезировать его способны сами растения [3].

Существует поговорка, что одно гнилое яблоко портит целую бочку. Это действительно так, ибо гнилое яблоко служит источником этилена, который вызывает размягчение тканей у остальных яблок. Более того, каждый плод начинает вырабатывать свой этилен по мере созревания, и в бочке ся «цепная реакция» производства этилена [3]. В северных районах страны за короткий вегетационный период у многих культур плоды не успевают вызревать до полной зрелости. Народное средство, ускоряющее процесс созревания, - окуривание дымом.

Действующее начало в дыме – оксид углерода и газ этилен. Но недостаток этилена – его летучесть. Ускорение созревания плодов – один из самых известных эффектов газа этилена. Причём, при старении организма увеличивается не только количество этилена, но и возрастает чувствительность к газу этилену. У разных видов растений влияние этилена на ускорение созревания протекает по-разному. У яблок синтез этилена блокируется каким-то продуктом, вырабатываемым родительским деревом. Однако, при снятии плодов с дерева ингибитор исчезает, и скорость образования этилена возрастает. Наблюдение за плодами других растений показали, что синтез этилена резко возрастает при достижении растениями физиологически критического возраста. В народе этилен называют банано-газ. Практическое применение этилена хорошо видно на примере выращивания ананасов. Цветение ананасов можно вызвать обработкой этиленом. В природе бананы цветут, когда им удаётся набрать некоторый «критический» размер. Но в природе растения цветут и плодоносят не одновременно. Цветение можно регулировать. В оранжереях Санкт-Петербурга царские садовники применяли следующий приём: ананасы вынимали из горшка и на несколько дней подвешивали корнями кверху. Механический стресс вызывает синтез этилена, а именно этот газ вызывает цветение ананасов. Вопрос лишь в том, как добыть этилен и массово обработать им плантации. В разных странах этот вопрос решали по-разному. На Гавайских островах среди ананасов расставляли плошки с нефтепродуктами и поджигали их. При неполном сгорании получаются небольшие порции этилена, которых вполне достаточно для стимуляции цветения. На Кубе ананасы поливали карбидной водой. Карбид кальция при взаимодействии с водой даёт ацетилен, а микрофлора почвы восстанавливает его до этилена, что и нужно для цветения ананасов. Можно также поместить горшок с ананасом в полиэтиленовый пакет вместе со спелым яблоком или бананом и плотно завязать его [5]. Кроме ускорения созревания плодов, этилен может регулировать сбрасывание листьев растениями в умеренных широтах. Эта реакция настолько впечатлила физиологов растений, что этилен иногда считают гормоном старения растений. Зимой листья повреждаются морозом, на них падает снег, вызывая усиление механической нагрузки на ветки. Растение как бы «предусматривает» будущий механический стресс и заранее освобождается от листьев. Поэтому, не удивительно, что все процессы, связанные с потерей листьев в районах с холодной и снежной зимой, находятся под «контролем» этилена[2]. Газ этилен был испытан в качестве вещества, ускоряющего созревание плодов ещё в начале XIX века. Его ценность в том, что это естественный фактор созревания, ведь растения сами на стадии созревания плодов продуцируют этилен. Закончившие рост, но ещё зелёные плоды, помещали в герметические камеры при определённой температуре и периодически подавали в них газ этилен. Количество этилена зависело от вида плодов. Этилен находит широкое использование в сельском хозяйстве для улучшения роста растений, для ускорения созревания плодов. Но сейчас, наряду с использованием чистого этилена, широкое применение находят этилен-продуценты, вещества, которые, разлагаясь, образуют этилен. Наиболее распространен этефон – 2 – хлорэтилфосфоновая кислота. В домашних условиях свойство выделять газ этилен плодами широко используется. Помидоры, которые собрали или купили недозрелыми, можно довести до зрелости дома. В противоположность распространённому мнению солнечный свет не способствует дозреванию помидоров (под воздействием солнечных лучей томаты затвердевают, а не дозревают). Чтобы овощи дозрели быстро, за несколько дней, необходимо поместить их в бумажный пакет и положить туда яблоко, оставив пакет в тёмном прохладном месте.

**Экспериментальная часть.**

Познакомившись с литературой о чудодейственном газе – этилене, мы решили провести свои исследования и, прежде всего, получить этилен и познакомиться с его свойствами на практике. Этилен мы получали так, как рекомендовано в практикуме по органической химии, из смеси этилового спирта и концентрированной серной кислоты при нагревании. Невидимый полученный газ пропустили через раствор марганцовки (перманганата калия) и через раствор бромной воды. Оба раствора обесцветились. Это подтверждает, что полученный нами газ – этилен. Вместе с учителем мы написали уравнения протекающих химических реакций.

H2SO4(конц.) C2H5OH H2C CH2 + H2O (реакция идет при нагревании)

H2C CH2 + Br2(H2O) H2C CH2

Br Br

3H2C CH2 + 2KMnO4 + 4H2O 3H2C CH2 + 2MnO2 +2KOH

OH OH

этиленгликоль

О том, что этилен называют гормоном спелости, я уже знал из литературных источников. Для подтверждения этого факта, мы решили провести свои исследования.

**Опыт 1**.Знакомясь с литературой об этилене, мы обратили внимание на то, что синтез этилена в плодах происходит при распаде некоторых органических веществ. Одним из таких соединений является L-метионин – серосодержащая аминокислота. Из этой аминокислоты синтезируется только этилен[8] и, доказав наличие серы в соках плодов, можно утверждать, что в них содержится метионин, а значит и этилен. В литературе мы нашли описание реакции определения серы в аминокислоте и провели её в школьной химической лаборатории. Реакция основана на свойстве серы образовывать с солями свинца осадок чёрного цвета. Так как мы намеревались проводить следующие исследования с яблоками, то решили исследовать их сок. Для опыта нам понадобится 10% раствор ацетата свинца, 10% раствор гидроксида натрия и яблочный сок, который приготовили из зелёных яблок. В пробирку поместили 2 мл раствора яблочного сока, добавили 3 капли ацетата свинца и перемешали. Затем прилили 3 мл гидроксида натрия, перемешали и нагрели. Содержимое пробирки потемнело, а потом выпал красивый чёрный осадок – сульфид свинца (II). Этот опыт подтвердил наше решение использовать яблоки как источник этилена в следующих исследованиях[6,7].

**Опыт 2**. В два пакета поместили зелёные помидоры. В один из пакетов добавили зелёное яблоко. Пакеты плотно закрыли и поместили на нижнюю полку холодильника. Через четыре дня достали пакеты и увидели результат: в пакете с яблоком помидоры стали красными, а в пакете без яблока лишь слегка пожелтели. Можно утверждать, что яблоки синтезируют этилен, а этилен ускоряет созревание помидоров. Почему мы использовали яблоки? Потому, что они растут в нашей местности.

**Фото**.

**Опыт 2**. Опыт, подобный опыту с помидорами, мы повторили с грушами. В два пакета положили зелёные груши. В один – добавили зелёное яблоко, а во второй – только груши. Плотно закрытые пакеты положили на нижнюю полку холодильника. Через несколько дней вскрыли пакеты и увидели: в пакете с яблоком груши пожелтели, а в пакете без яблока остались зелёными.

**Опыт 3**. В два полиэтиленовых пакета положили семена гороха на влажную салфетку. Один пакет наполнили полученным этиленом и плотно закрыли, а другой оставили без этилена и тоже плотно закрыли. Оба пакета положили в тёплое место. Через короткое время появились проростки гороха: сначала в пакете с этиленом. Они были крепкими, а потом в пакете без этилена, и были они намного слабее. Зная из литературы, что не только яблоки синтезируют этилен и ускоряют созревание плодов, мы решили попробовать и другие плоды и вещества.

**Опыт 4.** Как «ускоритель» спелости и источник этилена мы использовали бананы, а «созревающими» плодами – хурму. Снова взяли два пакета, положили в них недозрелые плоды хурмы, и в один из пакетов положили банан. Результат превзошёл наши ожидания. Уже через три дня хурма в пакете с бананом стала сочной и мягкой, покраснела, исчезла вязкость. Она «таяла» во рту. А в пакете без банана хурма осталась твёрдой, оранжевой и вязкой. Почему мы не использовали бананы в опыте с помидорами? Во-первых, они обладают очень сильным запахом, который «заглушает» запах помидоров. Мы проверили это, разместив бананы рядом с помидорами на тарелке. Во-вторых, и это немаловажно, они в нашей местности не растут.

**Опыт 5**. Вспомнив китайскую легенду о грушах, садовнике и ладане, мы попросили у священника нашего Храма ладан и проделали следующий опыт. Зелёные груши накрыли стеклянными колпаками. В фарфоровой чашке подожгли ладан, и через определенные промежутки времени ставили чашку под один из колпаков. Груши наливались и желтели, даже появились красноватые оттенки. Это можно было наблюдать через стеклянные колпаки. Сами мы не проводили исследования дыма ладана, но из литературных источников знали, что дым ладана содержит этилен. Количество этилена, выделяемого разными плодами, зависит от разных параметров, например от температуры. Мы проводили опыты при разных температурах в диапазоне от +2о до +20оС, но не ставили перед собой задачу количественного определения выделяемого этилена. Количество этилена зависит и от степени зрелости плода: чем спелее плод, синтезирующий этилен, тем больше и интенсивнее выделение «гормона спелости». Это мы наблюдали на примере и с яблоками, и с бананами. Влияние углекислого газа и влажности воздуха на синтез этилена плодами мы планируем исследовать в дальнейшем.

**Заключение**

Об этилене, как о веществе, ускоряющем созревание плодов, человек знает уже почти 100 лет. Много успехов и неудач было на пути исследования, но наука идёт вперёд и все исследования направлены на её развитие и совершенствование. Своими простыми опытами мы можем практически помочь людям. В условиях нашего короткого северного лета, чаще всего, помидоры, растущие в открытом грунте, огородники собирают зелёными. Воспользовавшись нашими советами и положив одно-два яблока в ящик с зелёными помидорами, вы ускорите их созревание. Собрав незрелые груши и разместив их рядом с яблоками, вы также ускорите их созревание. Да и сами яблоки созреют быстрее не на ветке, а если их сорвать и уложить в проветриваемую тару. Ещё мы рекомендуем не ставить вазы с цветами рядом с вазами с яблоками или бананами. Выделяемый плодами этилен, вызывает старение цветов и их быстрое увядание.

**Литература**

[1] <http://eco-soil.ru/htmls/etilen.htm>, Древнекитайские мифы и легенды. [2] Прохоров А.М. Большая Советская энциклопедия, Москва, 1978. [3] Петушкова Е.Ф. Ингибиторы ферментов и метаболизма, перевод с английского, проект «Рубикон», Москва, 1986. [4] Габриелян О.С., Маскаев Ф.Н., Пономарев С.Ю., Теренин В.И., Химия, 10 класс, профильный уровень, Дрофа, Москва, 2005. [5] Кулаева О.Н., Как регулируется жизнь растений, Соросовский образовательный журнал, №1, 1955. [6] Потапов В.М., Пономарёв С.В., Органикум, Практикум по органической химии, издательство «Мир», Москва, 1979. [7] Карцова А.А., Химия, 10 класс, профильный уровень, Методическое пособие для учителя, Вентана-Граф, Москва, 2012. [8] <http://biofile//.ru/bio/9892.ht>, Биофайл, Научно-информационный журнал, статья «Этилен».