

Реализация межпредметных связей при проведении эксперимента в школьном курсе органической химии

Серокурова Юлия Леонидовна, учитель химии МКОУ «Колташевская средняя общеобразовательная школа», Кетовский муниципальный округ Курганской области

ФГОС ставят перед учителем задачу не только добиться от ученика овладения предметными знаниями, но и устанавливать межпредметные связи в процессе обучения химии.

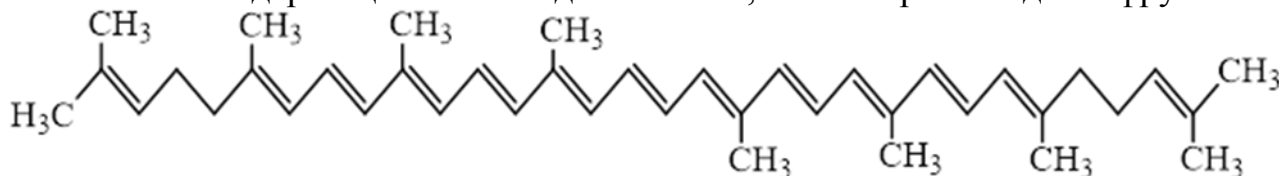
При решении проблемы межпредметности, в первую очередь, необходимо проанализировать программы и учебники по органической химии, биологии и другим смежным дисциплинам, выделяя в отдельных темах курса межпредметные понятия и знания.

Основой курса органической химии является изучение строения и свойств органических веществ, поэтому межпредметные связи могут быть реализованы, в частности, во взаимосвязи органических веществ с биологическими объектами, что наглядно можно продемонстрировать при проведении химического эксперимента.

Существуют различные методы определения наличия органических веществ в растительных объектах, но наиболее простым в исполнении является качественный анализ или проведение характерных реакций на функциональные группы и специфических реакций для отдельных соединений.

Проведение эксперимента возможно в конце учебного года или в процессе изучения отдельных тем предмета.

Например, при рассмотрении темы «Углеводороды» следует отметить, что эти соединения широко распространены в растительном мире. В природе встречаются углеводороды состава $C_{40}H_{56}$, которые могут рассматриваться как производные красного пигмента ликопина, обладающего антиоксидантной активностью и содержащегося в плодах томатов, в некоторых ягодах и фруктах:



Рассматривая структурную формулу можно предположить, что ликопин хорошо растворяется только в маслах и органических растворителях. Проверить гипотезу можно, проведя следующий опыт: в пробирку налить 2мл томатного сока и примерно такой же объем бензина, закрыть пробкой, тщательно перемешать и отстаивать до образования двухфазной системы, в которой верхний бензиновый слой приобретает яркий оранжевый цвет вследствие содержания ликопина, а водная фаза становится бледно-красной, мутной.

Изомеризация молекулы ликопина приводит к образованию различных молекул каротинов. Наиболее распространенным из них является β -каротин, при расщеплении которого образуется витамин А.

Производными β -каротина являются желтые пигменты растений ксанто-

пробирку с вытяжкой зеленого чая добавить 0,5 мл раствора хлорида железа (III). Образуется осадок темно-синего цвета. *Вытяжку зеленого листового чая можно получить, если 50 г зеленого чая залить 100 г кипятка и кипятить на небольшом огне около 20 минут.*

Изучая карбоновые кислоты, можно сообщить обучающимся, что в растениях содержатся муравьиная, уксусная и масляная летучие кислоты, сложные эфиры которых придают аромат плодам. Из числа нелетучих карбоновых кислот по их содержанию в плодах и овощах выделяют преобладающую кислоту. Содержание и состав органических кислот в плодах и овощах представлены в таблице 1 [4, с.78].

Таблица 1. Содержание органических кислот в плодах и овощах

Вид плода	Доля кислот, %	pH клеточного сока	Преобладающая кислота	Остальные кислоты
Лимоны	3,8-7,7	2,1-3,8	Лимонная	Яблочная
Яблоки	0,2-1,7	2,7-4,2	Яблочная	Лимонная, янтарная, пировиноградная, хлорогеновая
Виноград	0,3-2,1	2,5-4,0	Винная	Яблочная, лимонная, салициловая, щавелевая
Капуста кочанная	0,1-0,3	6,2-6,8	Лимонная	Яблочная, хлорогеновая
Картофель	0,1-0,3	5,8-6,6	Лимонная	Яблочная, винная, щавелевая, хлорогеновая
Томаты	0,2-1,1	4,1-4,8	Лимонная	Яблочная, янтарная, винная, щавелевая, молочная
Щавель	1,0-2,5	3,7-4,3	Щавелевая	Яблочная

Данные таблицы 1 показывают, что свежие плоды и овощи имеют кислую реакцию ($pH < 7$). В зависимости от величины pH различают кислотное ($pH 2,5-4,5$) и некислотное ($pH 4,6-6,5$) растительное сырье. Деление условно, но ориентирует в выборе режима стерилизации: для консервов из кислотного сырья применяют температуру стерилизации 80-100 °С, а консервы из некислотного сырья стерилизуют при 112-130 °С [5, с.17].

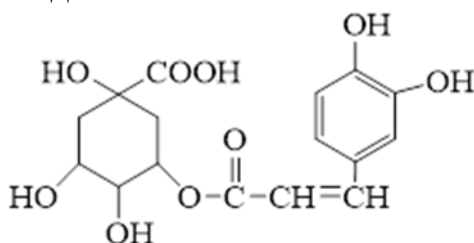
Для определения кислотности растительного сырья на предметные стекла поместить по 1 капле вытяжек или соков имеющихся в наличии плодов и овощей, проверить pH при помощи универсальной индикаторной бумаги.

При изучении темы «Жиры» целесообразно рассмотреть вопрос о свойствах и физиологической роли ненасыщенных жирных кислот. Олеиновая ω -9-кислота относится к группе мононенасыщенных жирных кислот. Полиненасыщенными являются α -линоленовая и другие ω -3-жирные кислоты, а также линолевая и другие ω -6-жирные кислоты, которые организм человека сам синтезировать не может. Ненасыщенные жирные кислоты способствуют сохранению зрения и усиливают иммунную защиту организма, что необходимо в первую

очередь для детей. Основным растительным источником ненасыщенных жирных кислот является льняное масло.

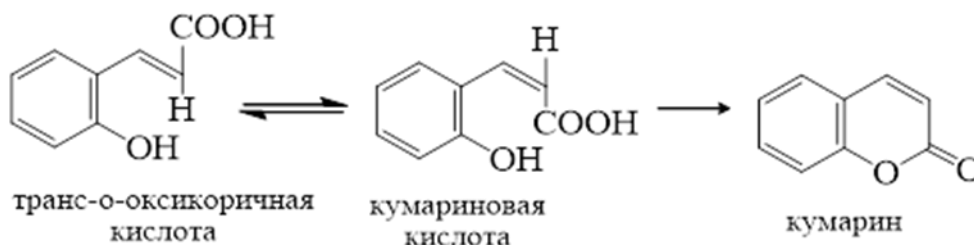
Непредельный характер жирных кислот легко определить по реакции Вагнера: растереть семена подсолнечника на фильтровальной бумаге, на образовавшееся жирное пятно нанести 1 каплю раствора перманганата калия. Малиновая окраска переходит в бурую.

По возможности следует отметить отдельные производные карбоновых кислот, которые также относятся и к фенольным соединениям. Речь идет о часто встречающихся в растениях сложных эфирах оксикоричных кислот, характерным примером которых может служить хлорогеновая кислота, обладающая сильным антиоксидантным действием:

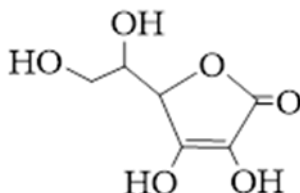


Для определения хлорогеновой кислоты на два предметных стекла поместить тонкий срез картофеля и растертый в ступке лист капусты. Затем на каждый растительный объект осторожно добавить по 2 капли 10 % раствора гидроксида натрия. Наблюдается желтое окрашивание.

Помимо эфиров оксикоричных кислот повсеместно распространены в природе их лактоны, к которым относится кумарин с запахом свежескошенного сена:



Если позволяет время, стоит отметить лактоны других органических кислот. γ -Лактоном 2,3-дегидро-L-гулоновой кислоты является витамин С или аскорбиновая кислота:



Витамин С повышает сопротивляемость организма к экстремальным воздействиям, участвует в обеспечении нормальной проницаемости стенок капиллярных сосудов, способствует лучшему усвоению железа, но разрушается при высоких температурах, в результате чего снижается ее содержание в продуктах питания [6, с.65].

Чтобы определить аскорбиновую кислоту, необходимо подготовить три пронумерованные пробирки. В первую пробирку налить 1-2 мл капустной вы-

тяжки, во вторую – 2 мл вытяжки еловой хвои, а в третью пробирку – 1-2 мл лимонного сока. К содержимому всех трёх пробирок добавить 2 капли раствора гидроксида натрия и 2 капли раствора красной кровяной соли. Энергично встряхивать в течение одной минуты. Затем в каждую пробирку добавить 6-8 капель 10% раствора соляной кислоты и 1-2 капли раствора хлорида железа (III). При этом наблюдается выпадение синего или сине-зеленого осадка берлинской лазури. *Вытяжка хвои ели.* Свежую хвою отделить от веток, промыть дистиллированной водой, измельчить ножницами до размера 4 мм. Половину стакана измельчённой хвои залить дистиллированной водой, добавляя 5 капель 10 % раствора HCl, и оставить в темном месте на 2 дня, затем отфильтровать. *Капустная вытяжка.* 1 г капусты растереть в ступке с 2 мл 10 % раствора HCl, прилить 8 мл воды и отфильтровать.

Важно помнить, что в организме человека этот витамин не синтезируется в отличие от большинства позвоночных и растений. Образование L-аскорбиновой кислоты в клетках растений происходит с помощью последовательного ферментативного превращения D-глюкозы – важнейшего представителя класса углеводов.

При углубленном изучении темы «Углеводы» можно ознакомиться с вопросом пищевой ценности углеводов, подразделяемых по этому признаку классификации на усваиваемые и неусваиваемые (табл.2) [7, с.131].

Таблица 2. Характеристика углеводов с точки зрения пищевой ценности

Углеводы	Усваиваемые	Неусваиваемые
Представители	Моно- и дисахариды, крахмал, гликоген	Целлюлоза, гемицеллюлозы, инулин, пектин, гумми, слизи
Выполняемые функции в организме человека	Расщепляются, всасываются, затем или утилизируются в виде глюкозы или превращаются в жир, или откладываются на временное хранение в виде гликогена	Не утилизируются, составляют пищевые волокна, которые стимулируют моторную функцию кишечника, препятствуют всасыванию холестерина, способствуют выведению из организма токсичных элементов, влияют на липидный обмен, нарушение которого приводит к ожирению
Суточная норма	400-500 г, 80% из них крахмал	20-25 г

Основными растительными пищевыми источниками глюкозы и фруктозы для человека являются фрукты, ягоды и сладкие овощи. В косточковых плодах содержится глюкоза, а в семечковых плодах преобладает фруктоза.

Действие мягких окислителей, например, реактива Фелинга, на D-глюкозу способствует образованию D-глюконовой кислоты. В пробирку налить 2 мл вытяжки моркови, затем добавить 1 мл реактива Фелинга и прокипятить, наблюдая за появлением осадка кирпично-красного цвета. *Вытяжка моркови.* Морковь натереть на терке. 5 г поместить в небольшую колбу, добавить 50 мл

дистиллированной воды, кипятить 5 мин на медленном огне и отфильтровать вытяжку в пробирку.

Крахмал в зеленых растениях образуется в результате фотосинтеза при участии хлорофилла. Качественной реакцией на крахмал является его взаимодействие с йодом. Поместить в пробирку, закреплённую в штативе, зеленый лист и налить 3-4 мл дистиллированной воды. Прокипятить две минуты. Воду слить, добавить 1 мл этилового спирта, нагревать до обесцвечивания листа. Далее лист промыть несколько раз дистиллированной водой и размягчить, прокипятив в воде 4-6 минут. Положить на предметное стекло и нанести 2 капли 1% раствора йода в йодиде калия. На листе появится синее окрашивание. Если окраска не наблюдается, рассмотреть лист под микроскопом (рис.2).

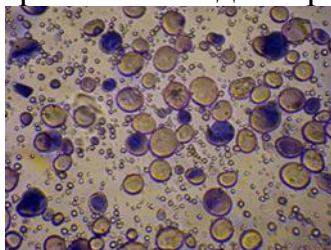


Рисунок 2. Подкрашенные йодом зерна крахмала под микроскопом

Тема «Азотсодержащие органические соединения» включает две группы соединений азота: амины, аминокислоты, белки и азотсодержащие гетероциклические соединения. Помимо строения и химических свойств, необходимо рассмотреть важнейшие биологические функции азотсодержащих соединений.

В теме «Белки» следует обратить внимание на то, что наиболее усваиваемыми человеческим организмом являются животные белки, а растительные усваиваются хуже.

Проведение биуретовой и нингидриновой реакций позволяет обнаружить растительные белки пшеницы и фасоли. В пробирку к 1-2 мл вытяжки из пшеничных зерен прилить двойной объём 30 % раствора гидроксида натрия, хорошо перемешать и добавить 2-3 капли 1 % раствора медного купороса. Снова тщательно перемешать, при этом развивается фиолетовое окрашивание. *Вытяжка из пшеничных зерен.* 25 г пшеничной муки смешать со 100 мл дистиллированной воды и встряхивать смесь в течение получаса на ротаторе. Затем взвесить центрифугировать и надо садовую жидкость отфильтровать.

В пробирку налить 2 мл вытяжки бобов фасоли и добавить несколько капель 1% раствора нингидрина. Содержимое пробирки перемешать и нагреть. Развивается синее окрашивание. *Вытяжка бобов фасоли.* Взвесить 10 г фасоли, измельчить в кофемолке и смешать с 50 мл воды. Затем смесь необходимо встряхивать на ротаторе около 30 минут. По окончании – отфильтровать.

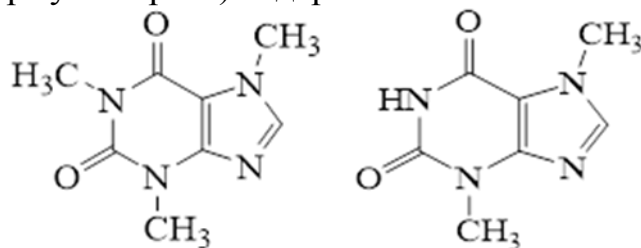
Не стоит забывать о биокатализаторах белковой природы – ферментах, которые играют важную роль в метаболизме в клетках растительного и животного происхождения. Распространенный в растительном мире фермент пероксидаза катализирует окисление гидрохинона, резорцина, гваякола и других фенольных соединений или субстратов при помощи пероксида водорода, который ядовит для живой клетки. Обнаружение фермента основано на образовании

окрашенных в красный или коричневый цвета продуктов[8, с. 55].

Для получения пероксидазы обычно используют корень хрена, но можно взять другой растительный материал. Подготовить три пробирки. В первую пробирку налить 1 мл картофельной вытяжки, во вторую – 1 мл яблочного сока, в третью пробирку – 1 мл капустной вытяжки, затем в каждую добавить 1-2 мл 3% раствора пероксида водорода и 1-2 мл 1 % раствора фенольного субстрата. Содержимое пробирок перемешать и наблюдать за изменением окраски. *Картофельная и капустная вытяжка.* Лист капусты и натертый на терке очищенный клубень картофеля перенести в ступки, добавить 10 мл воды, растереть и отфильтровать. *Яблочный сок.* Натереть на терке некоторое количество мякоти очищенного яблока, отжать сок через марлю в химический стакан.

Гетероциклические соединения являются самым многочисленным классом азотсодержащих органических соединений. К гетероциклам относятся многие витамины, природные пигменты, алкалоиды.

Кофеин и теобромин являются алкалоидами пуринового ряда. Кофеин (формула слева) присутствует в семенах кофе и в сухих листьях чайного растения, теобромин (формула справа) содержится в семенах шоколадного дерева:



Алкалоиды близки по химическому строению, поэтому оказывают сходное влияние на организм человека, однако на нервную систему лучше воздействует кофеин, а теобромин стимулирует сердечную деятельность [9, с. 59].

Кофеин легко получить возгонкой, в результате чего он кристаллизуется в виде тонких белых кристаллов. В фарфоровую чашку поместить немного сухого чая, накрыв стеклом, и осторожно нагреть на пламени спиртовки около 7-10 минут. В начале выделяется вода, затем стекло покрывается белыми тонкими кристаллами кофеина. Нагревание нужно прекратить, чтобы кофеин не плавился и не возгонялся, и рассмотреть кристаллы под микроскопом (рис.3).



Рисунок 3. Кристаллы кофеина под микроскопом

Качественной реакцией на кофеин является реакция с концентрированной азотной кислотой и концентрированным раствором аммиака. В фарфоровую чашку поместить немного молотого кофе и добавить 5 капель концентрированной азотной кислоты. Появляется оранжевая окраска. Подсушив смесь, доба-

вить 5 капель концентрированного раствора аммиака. При этом образуется му-рексид красного цвета.

Азотсодержащие органические соединения завершают раздел школьного курса химии, изучающий отдельные классы органических соединений. Использование межпредметных связей при изучении указанных выше тем способствует повышению теоретического и научного уровня обучения, создает условия для разностороннего развития личности.

Библиографический список

1. **Серокурова Ю.Л.** Реализация межпредметных связей при изучении органической химии в сельскохозяйственной академии / Ю.Л. Серокурова, С.Б. Михайлова. – Текст : непосредственный // Обеспечение качества подготовки обучающихся по основным образовательным программам с учетом актуализированных ФГОС ВО (3++) и ФГОС СПО (ТОП-50): сборник статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-методической конференции/ под общ. ред. Сухановой С.Ф. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. – С. 96-100.
2. **Кретович, В.Л.** Биохимия растений: учебник / Л.В. Кретович. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986. – 503 с.
3. **Племенков В.В.** Введение в химию природных соединений / В.В. Племенков. – Казань, 2001. – 376 с.
4. **Филипцова Г.Г.** Основы биохимии растений: курс лекций / Г.Г. Филипцова, И. И. Смолич. – Мн.: БГУ, 2004. – 136 с.
5. Технология консервированных плодов, овощей, мяса и рыбы / А.Ф. Фан-Юнг, Б.Л. Флауменбаум, А.К. Изотов [и др.]. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 336 с.
6. **Мурашев С.В.** Изменение содержания аскорбиновой кислоты при хранении и переработке / С.В. Мурашев. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 41. – С. 64-68.
7. Пищевая химия: учебник / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова [и др.] / под ред. А.П. Нечаева. – 3-е изд., перераб. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 640 с.
8. **Храмов В.А.** Опыты по обнаружению ферментов / В.А. Храмов, Г.А. Савин. – Текст : непосредственный // Химия в школе. – 2008. – № 10. – С. 54-55.
9. **Орлин Н.А.** Наличие теобромона в шоколадных изделиях / Н.А. Орлин. – Текст : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 5-S. – С. 58-60.