



5. Цой, О.Н. Индивидуальные образовательные траектории учащихся как условие их творческой самореализации / О.Н. Цой, О.Ю. Проценко, А.В. Хуторской // Школа 2000. Концепции, методики, эксперимент : Сборник научных трудов – Под ред. Ю.И. Дика, А.В. Хуторского. – М.: ИОСО РАО, 1999. – 317 с.

УДК 54(07) +542(07.07)

Н.А. ИЛЬИНА, Е.И. ЯДЕВИЧ, С.М. МАТЮШЕНКОВА

Белорусский государственный университет, г. Минск

АДАПТАЦИЯ НЕКОТОРЫХ МЕТОДИК ВЫДЕЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ К УСЛОВИЯМ ШКОЛЬНОЙ И СТУДЕНЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИЙ

Химический эксперимент занимает важнейшее место в исследовательской работе любого химика. Именно он может развить у учащихся интерес к предмету, любознательность, наблюдательность, умение делать выводы. В последнее время наблюдается тенденция снижения доли химического эксперимента в школьном образовании, что способствует формированию неправильного представления о химии как о науке теоретической (решение расчетных задач) и как следствие – неправильной профориентации выпускников.

Одним из путей разрешения этой проблемы нам видится обращение к химии природных соединений, которая богата представителями всех классов соединений; многие из них достаточно доступны и не токсичны, и даже обладают полезными свойствами.

В учебных планах вузов химического профиля есть дисциплина «Химия природных соединений»; прохождение практикума студентами педагогической специальности в рамках этой дисциплины может служить той базой, которая поможет будущим педагогам донести до учеников идеи экологического мышления. Однако, использование арсенала методик данного практикума в плохо оснащенных школьных лабораториях затруднительно, да и сами методики зачастую трудоемки и требуют достаточно высокого уровня владения техникой химического эксперимента [1]. В настоящее время, благодаря развитой сети Интернет, нам стали доступны современные достижения в химии природных соединений, в том числе и некоторые достаточно простые методики, с успехом применяющиеся за рубежом в учебных практикумах по органической химии.

В рамках выполнения дипломных и курсовых проектов студентами кафедры органической химии БГУ проводится поиск доступных источников веществ растительного происхождения с полезными свойствами, методики выделения и очистки которых просты, а сами эти вещества могут быть использованы на занятиях для демонстрации свойств органических соединений.



Одним из таких источников является кожура апельсина. В оранжевой ее части (флаведо) содержится эфирное масло, основной компонент которого – циклический дитерпен (+)-лимонен, а в белой части кожуры (альбеде) локализуются специфичные для апельсина флавоноиды гесперидин и эриодиктиол (рис. 1) [2]. Опыт по выделению лимонена часто проводят на школьном химическом факультативе. Полученный лимонен можно использовать на уроках химии для демонстрации свойств эфирных масел (например, запаха), а также химических свойств ненасыщенных соединений.

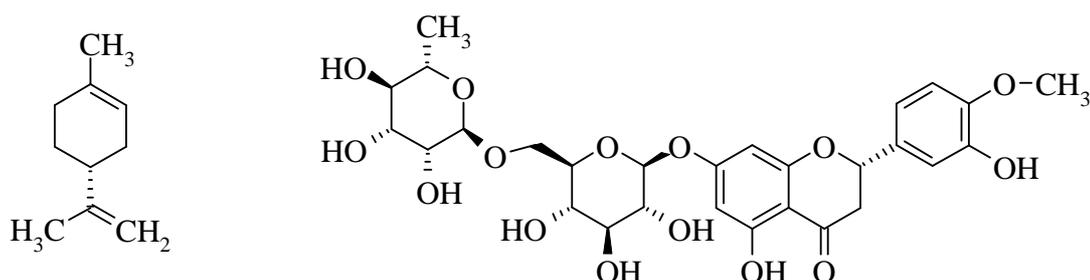


Рисунок 1 - Структурные формулы соединений:

- а) (R)-(+)-лимонен,
б) гликозид гесперидин (сахар – рутиноза, агликон – гесперидин).

Традиционные методики по выделению лимонена и гесперидина основаны на использовании апельсиновой корки в целом [3–5]. В студенческих практиках зарубежных учебных учреждений используется методика выделения лимонена, включающая стадию предварительного механического разделения альбеде и флаведе (с помощью острого ножа)¹. Эта методика была апробирована нами и в настоящее время внедряется в лабораторный практикум по органической химии для биологов [6].

Идея предварительного отделения альбеде была взята нами за основу при разработке упрощенной методики выделения гесперидина [6]. Описанные методики предполагают предварительное экстрагирование из апельсиновой кожуры малополярных эфирных масел органическим растворителем (петролевым эфиром), а затем – целевое вещество метанолом, причем для экстракции используется аппарат Сокслета [4]. Нами для выделения гесперидина было взято только альбеде (что позволило избежать стадии экстракции петролевым эфиром), вместо метанола мы использовали водный этанол, и вместо аппарата Сокслета – двукратную экстракцию кипящим растворителем в круглодонной колбе с обратным холодильником. На 80–85 г свежего альбеде² (примерно от трех крупных апельсинов) требуется 2 порции по 200 мл водно-спиртовой смеси в

¹ Методики выделения лимонена из флаведе апельсиновых корок, включающие перегонку с паром без использования паровика, представлены на сайтах многих учебных заведений.

² Что соответствует 20 г сухого альбеде.



соотношении 1 : 1 по массе. Растворитель можно регенерировать для многократного использования в этом опыте. После отгонки растворителя гесперидин осаждали 6 % уксусной кислотой. Выход неочищенного продукта составил примерно 0,2 г. Чистота полученного образца контролировалась с помощью тонкослойной хроматографии (элюент – спирт). В качестве свидетеля был использован чистый гесперидин, выделенный нами из апельсиновых корок по описанной в литературе методике.

Следует отметить, что гесперидин не токсичен, относится к Р-витаминам, обладает венотонизирующим действием и применяется в медицине; он может служить примером одного из множества нетоксичных природных фенольных соединений. Неочищенный образец вполне пригоден для демонстрации химических свойств фенольных соединений, например, образования окрашенных комплексов с хлоридом железа (III)³, а также реакций, характерных для флавоноидов, например, цианидиновой пробы (этот опыт можно проводить в рамках химического факультатива).

Другим привлекательным веществом является ментол (схема 1) – основной компонент эфирного масла мяты. Этот терпеновый спирт широко используется в медицине и в пищевой промышленности.

Опыт по выделению мятного масла из листьев перечной мяты перегонкой с паром используется в школьном химическом факультативе. Однако выделение чистого ментола из мятного масла является достаточно трудоемким, требует достаточно сложного оборудования и определенных навыков экспериментатора (например, это может быть студент старших курсов вуза) [1]. Чистый ментол нами был получен из аптечного препарата «ментоловое масло», который является 2 % раствором ментола (природного или синтетического рацемического) в вазелиновом масле. Методика выделения ментола из ментолового масла основана на его экстракции этанолом с последующей отгонкой растворителя и в целом проста⁴. Из трех флаконов ментолового масла можно получить примерно 3,5 г ментола, образец которого, наряду с основным веществом, содержит примесь остатков вазелинового масла. Эта примесь, тем не менее, не мешает проведению с полученным образцом опытов, демонстрирующих химические свойства спиртов, таких, как окисление хромовой смесью (тест на спиртовую группу). Ментол не обесцвечивает бромную воду, что характерно для насыщенных спиртов. Превращение ментола в ментилхлорид проводилось по описанной в литературе методике [7] с помощью реактива Лукаса (2,6 г безводного хлорида цинка и 1,8 мл концентрированной соляной кислоты на 1 г ментола). После перемешивания реакционной смеси в течение 5 часов ментилхлорид очищали от

³ При использовании неочищенного продукта наблюдается окраска меньшей интенсивности, чем с чистым гесперидином.

⁴ Экстракцию проводят в делительной воронке; при ее отсутствии можно воспользоваться пробиркой, а слои отделять с помощью пипетки.



остатков непрореагировавшего ментола, а также от побочных продуктов дегидратации (ментенов) многократным промыванием концентрированной серной кислотой, до прекращения окрашивания слоя серной кислоты⁵. При такой простой очистке с выходом 35 % получался ментилхлорид, который годился для демонстрации качественных реакций. Так, полученный образец дает положительную пробу Бельштейна (на галоген), а также не изменяет окраску хромовой смеси (отрицательный тест на способную окисляться спиртовую группу). Следует отметить, что при недостаточно полном отделении примесей ментола и ментенов образец ментилхлорида изменяет окраску хромовой смеси и обесцвечивает бромную воду.

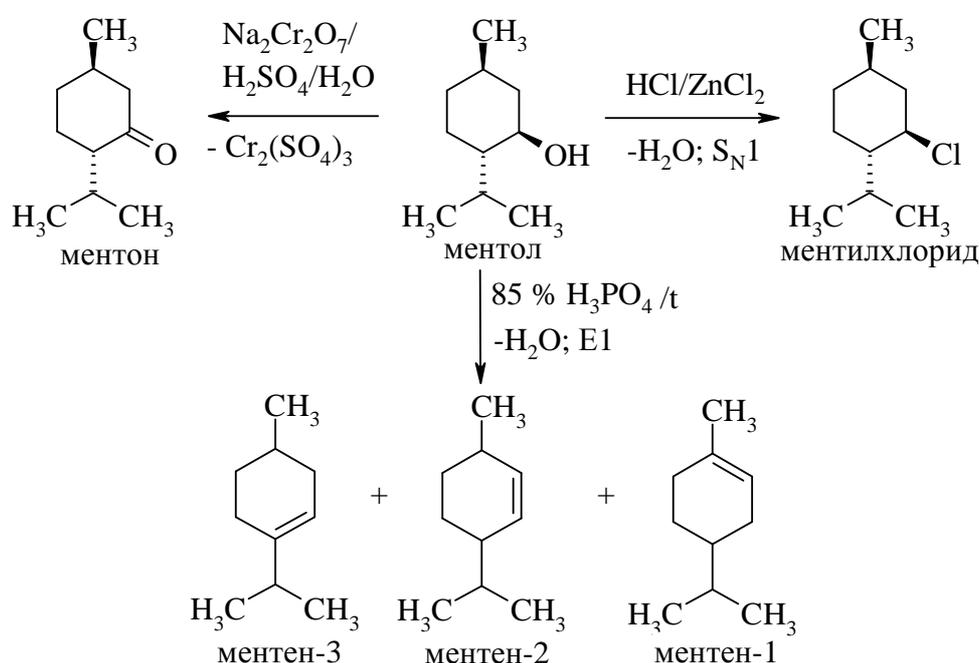


Схема 1- Химические свойства ментола*
(*Примечание: ментон нами не выделялся).

При наличии достаточного количества ментола можно провести его кислотнo-катализируемую дегидратацию (перегонкой над 85 % фосфорной кислотой). Согласно литературным данным, при этом образуются три изомерных ментена, что подтверждалось нами с помощью спектроскопии ПМР. Исходя из относительной интенсивности сигналов олефиновых протонов, мы предположили, что соотношение ментена-1, ментена-2 и ментена-3 в смеси примерно равно 2 : 1 : 2, то есть преимущественно образуются термодинамически более устойчивые продукты, в соответствии с правилом Зайцева (схема 1); таким образом, данная реакция может быть полезна и для теоретического рассмотрения на химическом факультативе. Суммарный выход ментенов составил 64 %. По-

⁵ При работе с малыми количествами для уменьшения потерь вещество можно разбавить петролейным эфиром, который затем отгоняется.



лученный образец был недостаточно очищен, но вполне годился для демонстрации свойств ненасыщенных соединений (например, обесцвечивание бромной воды).

Демонстрация свойств ментола может явиться прекрасным дополнением к информации о токсичности низших представителей гомологического ряда спиртов, которая, с одной стороны, способствует возникновению хемофобии, а, с другой – может вызвать нездоровый интерес у учащихся к этому классу соединений.

В завершение следует отметить, что арсенал доступных природных веществ достаточно велик, и поиск методик их выделения может послужить тем толчком, который приведет молодого человека в увлекательный мир химии. Кроме того, опыты с природными соединениями позволят сформировать у учащихся представление о многообразии органических соединений. Приобретение экспериментальных навыков по выделению природных веществ студентами педагогических специальностей будет способствовать их будущей профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазурьевский Г.В. Практические работы по химии природных соединений / Г.В. Лазурьевский, И.В. Терентьева, В.А. Шамшурич. – М.: Высшая школа, 1966. – 335 с.
2. Шнайман, Л.О. Производство витаминов / Л.О. Шнайман. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 438 с.
3. Демакова, Е.А. Оптимальные условия получения апельсинового эфирного масла / Е.А. Демакова, В.Н. Паршикова, Р.А. Степень, А.А. Ефремов // Химия растительного сырья. – 1998. – №1. – С. 25-28.
4. Marmor, S. Laboratory Methods in Organic Chemistry / S. Marmor. – Burgess, Minneapolis, 1981. – P. 541-542.
5. Ikan, R Natural products. A laboratory guide / Raphael Ikan. – San Diego, California, 1991. – 360 p.
6. Ильина, Н.А. Апельсин глазами химика / Н.А. Ильина, С.М. Матюшенко-ва // Хімія. Проблемы выкладання. – 2010. – №6. – С. 59-60.
7. US Patent 5856597, МКИ С 01 G 9/04; С 07 С 17/16; С 01 G 9/00; С 07 С 17/00; С 07 С 17/16. Preparation of lucas reagent of enhanced utility and its use in synthesis of cycloaliphatic chlorides.