

нием кристаллогидратов, выявлены переходные зоны в растворах. Сформулированы области применения результатов: использование растворов солей для нагрева и охлаждения. Предложены направления дальнейших исследований по разработке и апробации методов измерения теплот растворения и фазовых превращений. Полученные данные предлагается использовать в учебном процессе на уроках химии.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка, Н.Л. Общая химия: учебное пособие / Н. Л. Глинка. - М.: КноРус, 2014. - 746 с.
2. Лабораторная работа №1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/376/files-fh/OniFH-laboratornaya-rabota-1.pdf> – Дата доступа: 05.11.2020.
3. Определение теплоты растворения неизвестной соли: методические указания к выполнению лабораторной работы – Юрга: изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2016. – 21 с.
4. Сваровская, Н.А. и др. Термохимические исследования физико-химических процессов. Методические указания к лабораторному практикуму / Н. А. Сваровская и др. – Москва: ООП РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2008. – 34 с.

УДК 665.939.358

Учащ. А. И. Тихая  
Науч. рук. М. В. Новик, учитель химии и биологии  
(ГУО «Гимназия г. Ганцевичи»)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ИНДИКАТОРОВ С КАПСУЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ

Природа – уникальное творение Вселенной. Этот мир красив, таинственен и сложен. Царство растений поражает многообразием красок. Цветовая палитра разнообразна и определяется химическим составом клеточного содержимого каждого растения, в состав которого входят пигменты – флавоноиды. Пигменты – это органические соединения, присутствующие в клетках и тканях растений и окрашивающие их. Расположены пигменты в хромопластах. Известно более 150 видов пигментов. К флавоноидам относятся, например, антоцианы и каротиноиды.

Широко распространенными в растительном мире красящими веществами являются антоцианы. Антоцианы придают растениям

окраску в диапазоне от розовой до темно-фиолетовой. Присутствие антоцианов в клеточном соке растений придает цветкам колокольчиков синий цвет, фиалок – фиолетовый, незабудок – небесно-голубой, тюльпанов, пионов – красный, а цветкам гвоздик, гладиолусов – розовый. Почему же этот краситель является таким многоликим? Дело в том, что антоцианы в зависимости от того, в какой среде они находятся (в кислотной, нейтральной или щелочной), способны быстро изменять свой оттенок.

Данное свойство антоцианов можно использовать для получения самодельных индикаторов в школьной лаборатории и в быту. В литературе описаны способы изготовления самодельных индикаторов в виде растворов, полосок из бумаги. К сожалению, почти у всех природных индикаторов есть серьезные недостатки: их отвары довольно быстро портятся, а в сильнощелочной среде необратимо окисляются кислородом воздуха в полимерное соединение коричневого цвета. По этой причине восстановить исходный красный цвет антоцианов довольно сложно. Для предотвращения этого процесса мы решили защитить растительный индикатор полисахаридным гелем. Мы изготовили индикаторы в виде шариков, содержащих растительный отвар в оболочке из полисахаридного геля (шарики-хамелеоны). В качестве полисахаридного геля мы использовали альгинат кальция. Для получения последнего, необходимы хлорид кальция и альгинат натрия.

Цель работы: апробировать технологию капсулирования растительных индикаторов.

Индикаторы – это органические и неорганические вещества, изменяющие свою окраску в зависимости от реакции среды. Антоцианы хорошо растворимы в воде и присутствуют в соке вакуолей. Действие природных индикаторов основано на способности антоцианинов, представляющих смесь гликозидов, образовывать в разных средах равновесные структуры, отличающиеся друг от друга количеством гидроксильных групп. При низких значениях pH характерной формой антоцианов является оксониевый ион, придающий раствору розово-красный цвет. По мере уменьшения кислотности эта структура превращается в бесцветное соединение, а в щелочной среде – хиноидное соединение, имеющее голубую окраску. Поскольку все эти процессы обратимы, то, изменяя pH среды, можно многократно наблюдать переходы цвета.

Однако, как было указано ранее, в сильнощелочной среде хиноидное соединение необратимо окисляется кислородом воздуха в полимерное соединение коричневого цвета. По этой причине восстано-

вить исходный красный цвет антоцианов довольно сложно. Для решения этой проблемы, мы решили изготовить индикаторы с капсульной структурой, используя для этого метод сферификации. Сферификация – это метод позволяющий придать жидкости форму сферы (шарик с эластичной тонкой мембраной с жидкостью внутри). Мембрана, образующая оболочку шарика должна защитить внутренне содержимое от окисления кислородом воздуха.

Альгинат натрия – органическое соединение, соль натрия и альгиновой кислоты, желтовато-белый, иногда с сероватым оттенком, волокнистый порошок, гранулы или пластинки. В воде растворяется плохо, образуя вязкий коллоидный раствор. Представляет собой полисахаридный полимер с разветвленными связями. С растворимыми солями кальция реагирует по типу реакции обмена. Альгинат кальция, образующийся в данной реакции, представляет собой нерастворимую в воде кальциевую соль альгиновой кислоты – трехмерную структуру, соединенную с ионами кальция. Результат реакции – эластичный, термостабильный гель. Данное свойство солей альгиновой кислоты лежит в основе метода сферификации. Данный метод мы использовали для получения индикаторных шариков – хамелеонов.

Для получения шариков-хамелеонов вначале приготовили отвары. В качестве сырья взяла синий виноград, краснокочанную капусту, свеклу, лепестки лобелии, герани и др. Вторым этапом работы было изготовление индикаторов в виде шариков – капсулирование. Для этого я применила метод сферификации.

Гипотеза исследования подтвердилась частично. Индикаторные шарики-хамелеоны способны неоднократно демонстрировать обратимое изменение окраски при изменении pH среды. Однако, демонстрация поведения индикаторных шариков требует больше времени по сравнению с растворами, т. к. из-за полисахаридного наполнителя изменение цвета происходит медленнее, чем в растворах, зато можно наблюдать переходы цвета по мере изменения реакции среды. Число повторов в растворах больше, чем у шариков-хамелеонов. Под действием концентрированных растворов кислот и щелочей полисахаридная оболочка шарика разрушается.

В процессе работы мне удалось решить еще одну проблему – хранение самодельных индикаторов. Известно, что одним из существенных недостатков самодельных растительных индикаторов является их способность быстро портиться (прокисать, плесневеть). Для более длительного хранения шарики можно замораживать, т. к. антоцианы устойчивы к действию низких температур, а оболочка шариков

из альгината кальция является термостабильным гелем. После размораживания шарики не теряют своих индикаторных свойств.

Проанализировав результаты своей работы, пришли к следующим выводам:

1. пигменты растений (антоцианы) можно использовать в качестве кислотно-основных индикаторов;
2. самодельные растительные индикаторы обладают достаточно высокой чувствительностью, интенсивность их окраски зависит от концентрации исследуемых растворов;
3. для изготовления растительных индикаторов лучше всего использовать следующее растительное сырье: краснокочанную капусту, синий виноград (кожицу), свеклу, малину, цветы герани (ярко-окрашенные) и др.;
4. изменение цвета в растворах индикаторов происходит очень быстро;
5. изменение цвета индикаторных шариков-хамелеонов – процесс более медленный т. к. для проникновения растворов кислот и щелочей через оболочку требуется некоторое время;
6. число повторов в растворах больше, чем шариков-хамелеонов, т. к. под действием концентрированных растворов кислот и щелочей полисахаридная оболочка шарика разрушается.
7. изменение цвета шариков происходит от периферии к центру и можно наблюдать все переходы цвета;
8. для более длительного хранения индикаторных шариков можно использовать замораживание;
9. самодельные индикаторы можно использовать на уроках биологии для демонстрации индикаторных свойств антоцианов, на уроках химии при изучении тем «Индикаторы», «Химическое равновесие», при проведении внеклассных мероприятий.