

Муниципальное образовательное учреждение  
Подосинковская средняя общеобразовательная школа  
141851, Московская область, Дмитровский район, п. Подосинки

## РАСТИТЕЛЬНЫЕ ХАМЕЛЕОНЫ

**Авторы проекта:**

*Багразян Жанна Грачьева,  
Борисова Светлана Андреевна  
ученицы 8 А класса  
МОУ Подосинковская СОШ  
Московская область  
пос. Подосинки*

**Руководитель проекта:**

*Кузьминых Людмила Борисовна,  
учитель химии  
МОУ Подосинковская СОШ  
Московская область*

## Оглавление

Введение.....	3
1. Литературный обзор .....	4
1.1. Индикаторы.....	4
1.2. Водородный показатель pH .....	5
1.3. Природные индикаторы. Антоцианы.....	6
2. Исследовательская часть .....	8
Опыт 1. Приготовление вытяжки растительных пигментов.....	8
Опыт 2. Изменение окраски индикаторов в кислой среде.....	8
Опыт 3. Изменение окраски индикаторов в щелочной среде.....	8
Опыт 4. Изменение окраски пигмента, выделенного из краснокочанной капусты в различных средах.....	9
Опыт 5. Изменение окраски цветков розы и гибискуса в разных средах.....	9
Опыт 6. Определение среды некоторых бытовых растворов при помощи природных индикаторов.....	9
Заключение .....	10
Литература и источники сети интернет .....	11
Приложения.....	12

## Введение

Всем нам хорошо известны удивительные животные – хамелеоны, способные менять свою окраску. Хамелеон меняет цвет в зависимости от настроения, температуры и света. Некоторые ящерицы общаются при помощи смены цвета. Причем изменение окраски может произойти менее чем за 20 секунд! Причина таких изменений в специальных клетках с цветовым пигментом внутри. Эти клетки называются хроматофоры. Сигнал от мозга "говорит" клеткам расшириться или сократиться. Из-за этого пигменты смешиваются, как краска.

Растения тоже содержат красящие пигменты, так называемые антоцианы. Они содержатся в клеточном соке и придают различную окраску цветкам, плодам и листьям. Известно, что многие растительные пигменты изменяют свой цвет в зависимости от кислотности среды. Например, гортензия – известное всем садовое растение, меняет окраску цветков в зависимости от кислотности почвы. На очень кислой почве соцветия гортензий синие или сине-фиолетовые. На слабокислой почве кусты украшают шапки белых цветов, а на нейтральной или слабощелочной окраска соцветий меняется на розовую. Ну, а как меняет свой цвет чай при добавлении кусочка лимона, замечали, наверное, все! Поэтому мы решили выяснить, какие «растительные хамелеоны» можно получить из ягод, листьев и цветков растений, и как они себя ведут в различных средах.

**Целью** данной работы является изучение возможности получения веществ, являющихся кислотно-основными индикаторами из растительного сырья и применение их для определения рН некоторых растворов.

**Объект исследования:** экстракты плодов и других частей растений как предполагаемых индикаторов.

**Задачи исследования:**

1. Познакомиться с историей открытия некоторых кислотно-основных индикаторов.
2. Изучить методику приготовления природных индикаторов.
3. Выяснить экспериментальным путем возможность использования растительных индикаторов для определения различных сред, в том числе сред некоторых бытовых растворов.
4. Опираясь на полученные сведения, определить возможности использования природных индикаторов в повседневной жизни.
5. Совершенствовать экспериментальные умения и навыки, развитие опыта командной работы.

**Гипотеза исследования:** если растения изменяют цвет в различных средах, то их можно использовать в качестве природных индикаторов.

## 1. Литературный обзор.

**1.1. Индикаторы** (от английского indicate-указывать) - это вещества, которые изменяют свой цвет в зависимости от среды раствора. С помощью индикаторов качественно определяют реакцию среды. Впервые индикаторы обнаружил в 17 веке английский химик и физик Роберт Бойль. В лаборатории горели свечи, в ретортах что-то кипело, когда некстати зашел садовник. Он принес корзину с фиалками. Бойль очень любил цветы, но предстояло начать опыт. Он взял несколько цветков, понюхал и положил их на стол. Опыт начался, открыли колбу, из нее повалил едкий пар. Когда же опыт кончился, Бойль случайно взглянул на цветы, они дымились. Чтобы спасти цветы, он опустил их в стакан с водой. И – что за чудеса – фиалки, их темно- фиолетовые лепестки, стали красными. Случайная находка? Роберт Бойль не был бы настоящим ученым, если бы прошел мимо такого случая. Ученый велел помощнику растворы, которые потом переливали в стаканы и в каждый опустили по цветку. В некоторых стаканах цветы немедленно начали краснеть. Наконец, ученый понял, что цвет фиалок зависит от того, какой раствор находится в стакане, какие вещества содержатся в растворе. Затем Бойль заинтересовался, что покажут не фиалки, а другие растения. Эксперименты следовали один за другим. Лучшие результаты дали опыты с лакмусовым лишайником. Тогда Бойль опустил в настой лакмусового лишайника обыкновенные бумажные полоски. Дождался, когда они пропитаются настоем, а затем высушил их. Эти хитрые бумажки Роберт Бойль назвал индикаторами, что в переводе с латинского означает «указатель», так как они указывают на среду раствора. Именно индикаторы помогли ученому открыть новую кислоту - фосфорную, которую он получил при сжигании фосфора и растворении образовавшегося белого продукта в воде. В настоящее время на практике широко применяют следующие индикаторы: лакмус, фенолфталеин, метиловый оранжевый[5].

Одним из давно известных индикаторов является лакмус. Хотя лакмус уже в течение нескольких столетий, верно, служит людям, его состав так до конца и не изучен. Лакмус – это сложная смесь природных соединений. Он был известен уже в Древнем Египте и в Древнем Риме, где его использовали в качестве фиолетовой краски - заменителя дорогостоящего пурпура. Затем рецепт приготовления лакмуса был утерян. Лишь в начале 14 века во Флоренции вновь была открыта фиолетовая краска орсейль, тождественная лакмусу, причем способ ее приготовления в течение многих лет держали в секрете.[3]

Готовили лакмус из специальных видов лишайников. Измельченные лишайники увлажняли, а затем добавляли в эту смесь золу и соду. Приготовленную таким образом густую массу помещали в деревянные бочки, добавляли мочу и выдерживали долгое время. Постепенно раствор приобретал темно- синий цвет. Его упаривали и в таком виде применяли для окрашивания

тканей. В 17 веке производство орсейли было налажено во Фландрии и Голландии, а в качестве сырья использовали лишайники, которые привозили с Канарских островов.

Похожее на орсейль красящее вещество было выделено в 17 веке из гелиотропа - душистого садового растения с темно- лиловыми цветками. Именно с этого времени, благодаря Р. Бойлю, орсейль и гелиотроп стали использовать в химической лаборатории. И лишь в 1704 году немецкий ученый М. Валентин назвал эту краску лакмусом.

Сегодня для производства лакмуса измельченные лишайники сбраживают в растворах поташа (карбоната калия) и аммиака, затем в полученную смесь добавляют мел и гипс.

В 19 веке на смену лакмусу пришли более прочные и дешевые синтетические красители, поэтому использование лакмуса ограничивается лишь грубым определением кислотности среды. На смену лакмусу в аналитической химии пришел лакмоид - краситель резорциновый синий, который отличается от природного лакмуса и по строению, но сходен с ним по окраске: в кислой среде он красный, а в щелочной - синий.[1]

В наши дни известны несколько сот кислотно-основных индикаторов, искусственно синтезированных начиная с середины 19 века. Индикатор метиловый оранжевый (метилоранж) в кислой среде красный, в нейтральной – оранжевый, а в щелочной – желтый/

Более яркая цветовая гамма свойственна индикатору тимоловому синему: в кислой среде он малиново-красный, в нейтральной – желтый, а в щелочной – синий. Индикатор фенолфталеин (в медицинской практике его раньше называли пургеном, сейчас редко применяют в качестве слабительного) в кислой и нейтральной среде – бесцветен, а в щелочной имеет малиновую окраску. Поэтому фенолфталеин используют лишь для определения щелочной среды. В зависимости от кислотности среды изменяет окраску и краситель бриллиантовый зеленый (его спиртовой раствор используется как дезинфицирующее средство – зеленка). В сильнокислой среде его окраска желтая, а в сильнощелочной среде раствор обесцвечивается.

Однако в последнее время в лабораторной практике используется универсальный индикатор - смесь нескольких индикаторов. Он позволяет легко определить не только характер среды, но и значение кислотности (рН) раствора.[12]

**1.2. Водородный показатель (рН)** – количественная характеристика кислотности среды. Он равен отрицательному десятичному логарифму концентрации свободных ионов водорода в растворе:  $pH = -\lg[H^+]$ . Например, если  $[H^+] = 10^{-5}$  моль/л, то  $\lg 10^{-5} = -5$ , т.е.  $pH = 5$ .

Показатель рН можно очень часто встретить на этикетках косметических средств, мыле, бытовой химии, на моющих средствах и т.д. Именно поэтому невольно начинаешь задумываться о том, что это? Это понятие было введено в 1909 году датским химиком Сёренсеном. Показатель называется рН, по первым

буквам латинских слов *potentia hydrogeni* — сила водорода, или *pondus hydrogenii* — вес водорода.[6]

- **В нейтральной среде** концентрация ионов водорода равна концентрации гидроксид-ионов, а её рН =7.
- **В кислой среде** концентрация ионов водорода больше, чем концентрации гидроксид-ионов, а рН < 7.
- **В щелочной среде** концентрация ионов водорода меньше, чем концентрации гидроксид-ионов, а, следовательно, рН такой среды >7.

### Зависимость среды раствора от концентрации ионов Н+ и ОН-

Среда	Концентрация ионов водорода [Н+], моль/л	Концентрация гидроксид-ионов [ОН-], моль/л	рН среды
Нейтральная	$10^{-7}$	$10^{-7}$	7
Кислая	$>10^{-7}$	$<10^{-7}$	<7
Щелочная	$<10^{-7}$	$>10^{-7}$	>7

Водородный показатель широко используется для характеристики кислотно-основных свойств различных растворов, в том числе и различных биологических сред. Значение рН оказывает влияние на протекание физико-химических процессов в живых организмах, технологических процессов на производстве, в сельском хозяйстве, природе.

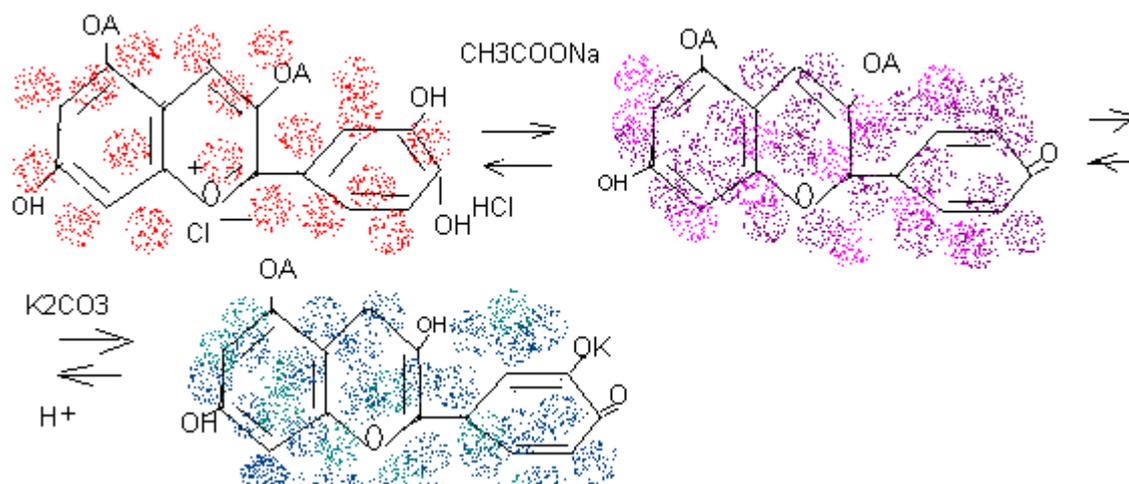
### **1.3. Природные индикаторы. Антоцианы.**

Общее название всех природных пигментов, природных индикаторов — флавоны. В природе широко распространены производные *флавоны*, в частности кверцетин, являющийся желтым пигментом растений. Антоцианы — это биофлавоны — пигментные вещества из группы гликозидов. Они находятся в растениях, обуславливая красную, фиолетовую, синюю, оранжевую, коричневую, пурпурную окраску плодов, листьев и лепестков цветов. Они содержатся в цветках, плодах, корнях, стеблях, листьях и даже семенах растений.

Антоцианы могут содержаться в небольших количествах в разных продуктах (в горохе, грушах, картофеле), но больше всего их в кожице ягод и плодов с темно-фиолетовой окраской. Ежевика — лидер по содержанию этого

пигмента среди всех ягод. Но и такие ягодные растения, как черника, ирга, бузина, клюква, голубика, содержат достаточно много антоцианов. Содержание антоцианов больше в кислых и темных сортах вишни, чем в сладких и красных. Много антоцианов в кожце винограда и в красном вине, получаемом из него. Белое вино производят из винограда без кожицы, поэтому оно менее богато этими пигментами. Содержание антоцианов определяет цвет виноградного вина. Исследования показали, что бананы, хотя и не имеют темно-фиолетовой окраски, тоже являются богатым источником антоцианов. [7]

Разная окраска антоцианов зависит от того, с каким ионом образован комплекс органического красящего вещества. Так, пурпурно-красная окраска получается, если в состав комплекса входит ион калия, синий цвет придают магний и кальций. Свойства антоцианов проявлять свой цвет зависят и от кислотности среды: чем она ниже, тем более красный цвет получается. В зависимости от кислотности среды происходит их структурное изменение, что приводит к изменению цвета:



Антоцианы не могут образовываться в организме человека, поэтому должны поступать с пищей. В сутки здоровому человеку необходимо не менее 200 мг этих веществ, а в случае болезни – не менее 300 мг. Они не способны накапливаться в организме, поэтому быстро выводятся из него. Антоцианы оказывают бактерицидное действие – они могут уничтожать различные виды вредоносных бактерий. Впервые этот эффект использовали при изготовлении красного виноградного вина, которое не портилось при длительном хранении. Теперь антоцианы используются в комплексной борьбе с простудными заболеваниями, они помогают иммунной системе справляться с инфекцией. По биологическим эффектам антоцианы похожи на витамин Р. Так, известно о свойстве антоцианов укреплять стенки капилляров и оказывать противоотечное действие. Полезные свойства антоцианов используются в медицине при производстве различных биологических добавок, особенно для применения в офтальмологии. Ученые обнаружили, что антоцианы хорошо накапливаются в тканях сетчатки. Они укрепляют ее сосуды, уменьшают ломкость капилляров. Антоцианы улучшают строение волокон и клеток соединительной ткани,

восстанавливают отток внутриглазной жидкости и давление в глазном яблоке, что используют при лечении глаукомы. Антоцианы являются сильными антиоксидантами - они связывают свободные радикалы кислорода и препятствуют повреждению мембран клеток. Это тоже положительно сказывается на здоровье органа зрения. Люди, регулярно употребляющие в пищу богатые антоцианами продукты, имеют острое зрение. Также их глаза хорошо переносят высокую нагрузку и легко справляются с утомляемостью.[8]

## **2. Исследовательская часть.**

### ***Опыт 1. Приготовление вытяжки растительных пигментов.***

*Материалы и реактивы:* пакетики с чаем каркаде, ягоды брусники, малины, черной смородины, вишни, свекла, краснокочанная капуста, луковая шелуха, вода, фильтр, воронка.

*Ход работы:*

Растительное сырье измельчили, залили горячей водой, дали настояться 25-35 минут, затем профильтровали. [2]

*Результат опыта:*

Получили вытяжки из растительных пигментов.

### ***Опыт 2. Изменение окраски индикаторов в кислой среде.***

*Материалы и реактивы:* природные индикаторы – вытяжки из ягод брусники, малины, черной смородины, вишни, свеклы, листьев краснокочанной капусты, луковой шелухи, чая каркаде, раствор серной кислоты, фенолфталеин, метиловый-оранжевый, лакмоид, универсальный индикатор, пробирки, штатив, пипетки.

*Ход работы:*

В 11 пронумерованных пробирок налили 1 мл раствора серной кислоты и по каплям добавляли природные и синтетические индикаторы. Наблюдали изменение окраски.

*Результат опыта:* изменение окраски произошло во всех пробирках от насыщенно красного до светло-розового цвета, за исключением пробы 9 с фенолфталеином. Окраска в данной пробирке не изменилась, следовательно, фенолфталеин не меняет окраску в кислой среде. Результаты опытов оформили в виде таблицы.

### ***Опыт 3. Изменение окраски индикаторов в щелочной среде.***

*Материалы и реактивы:* природные индикаторы – вытяжки из ягод брусники, малины, черной смородины, вишни, свеклы, листьев краснокочанной капусты, луковой шелухи, чая каркаде, раствор гидроксида натрия, фенолфталеин,

метиловый-оранжевый, лакмоид, универсальный индикатор, пробирки, штатив, пипетки.

*Ход работы:*

В 11 пронумерованных пробирок налили 1 мл раствора гидроксида натрия и по каплям добавляли природные и синтетические индикаторы. Наблюдали изменение окраски.

*Результат опыта:* изменение окраски произошло во всех пробирках с природными индикаторами от насыщенно зеленого до светло-желтого цвета. Проба 9 с фенолфталеином окрасилась в малиновый цвет, проба 11 (лакмоид) в синий цвет. Результаты опытов оформили в виде таблицы.

#### ***Опыт 4. Изменение окраски пигмента, выделенного из краснокочанной капусты в различных средах.***

*Материалы и реактивы:* вытяжка пигмента краснокочанной капусты, вода, 7 стаканов, растворы серной кислоты, уксусной кислоты, газированная вода, растворы соды, аммиака, гидроксида натрия.

*Ход работы:* в стаканы налили примерно 50 мл раствора вытяжки пигмента краснокочанной капусты (синий цвет). Последовательно добавляли растворы с различным значением pH:

1 стакан: серная кислота pH=1 (примерные значения),

2 стакан: уксусная кислота pH=3,

3 стакан: газированная вода (раствор угольной кислоты) pH=4,

4 стакан: ничего не добавляли; вытяжка пигмента pH примерно соответствующий нейтральной среде,

5 стакан: раствор соды pH=8-9,

6 стакан: раствор аммиака pH=12,

7 стакан: раствор щелочи pH=14.

*Результат опыта:* окраска изменилась. В различных средах сок краснокочанной капусты меняет окраску от ярко-красной до желтой.

1 стакан: среда кислая – ярко-красный;

2 стакан: среда кислая (значение pH меньше) – красный;

3 стакан: среда слабо-кислая – розово-фиолетовая;

4 стакан: среда нейтральная – синий;

5 стакан: среда слабо-щелочная – сине-зеленый;

6 стакан: среда щелочная – изумрудный,

7 стакан: среда сильно-щелочная – ярко-зеленый, переходящий в желтый.

#### ***Опыт 5. Изменение окраски цветков розы и гибискуса в разных средах.***

*Материалы и реактивы:* цветок розы и гибискуса, раствор аммиака 25%, соляной кислоты, стаканы с крышками.

*Ход работы:* цветок красной розы и гибискуса помещаем в стакан с 25% раствором аммиака. Через некоторое время после изменения окраски эти же цветки помещаем в стакан с соляной кислотой.

*Результат опыта:* цветок розы и гибискуса изменяют свой цвет на синий в парах аммиака и обратно на красный в кислой среде. Следовательно, пигменты, находящиеся в окрашенных лепестках цветов, реагируют на изменение среды.

***Опыт 6. Определение среды некоторых бытовых растворов при помощи природных индикаторов.***

*Материалы и реактивы:* растворы мыла, сра-геля для душа, лимонного сока, йогурта Danone, чистящих средств Cilit, Comet, Help (средство для мытья стекол), Санокс, спазмолгона, молоко, газированная вода, вытяжка из краснокочанной капусты, вишни, черной смородины, чай каркаде, пробирки. штатив, пипетки, вода, универсальный индикатор.

*Ход работы:* поместили исследуемые растворы в пробирки. Сначала исследовали среду растворов при помощи универсального индикатора, затем при помощи природных индикаторов, показавших наиболее яркие результаты в предыдущих опытах: вытяжки из краснокочанной капусты, вишни, черной смородины и чай каркаде.

*Результат опыта:* окраска растворов изменилась. Результаты опытов оформили в виде таблицы.

***Опыт 7. Переходное изменение окраски природного индикатора из краснокочанной капусты в различных средах.***

*Материалы и реактивы:* 2 колбы с природным индикатором из краснокочанной капусты, стеклянные палочки, растворы NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

*Ход работы:* в 1 колбу постепенно по стеклянной трубочке вливаем раствор щелочи так, чтобы содержимое не перемешивалось. Во 2 колбу таким же образом вливаем раствор кислоты.

*Результат опыта:* наблюдаем красивые цветовые переходы окраски индикатора в щелочной и кислотной средах.

### **Заключение.**

В стихотворении английского поэта Р. Киплинга «Синие розы», есть такие строки:

Как-то милой я принес  
Целый ворох красных роз  
Не взяла она – и в слезы  
Синие найди ей розы  
Зря изъездил я весь свет –  
Синих роз под солнцем нет.

Наверное, многие знают и сказку о волшебной голубой розе, которая своим запахом заставляла людей проявлять свои истинные чувства и говорить правду. Сказки и легенды о чудо-розе складывали не зря: такого цветка не существовало в природе, но его красоту воспевали с давних времен. Современная наука нашла немного варварский способ приблизить мечту

селекционеров – для получения цветков голубого цвета в корни белой розы нужно было впрыскивать химические красители по типу «Индиго», которые и придавали бутонам желаемый окрас. В 2004 году, после многочисленных исследований природы пигментов антоцианов и биосинтеза их соединений, методом генной инженерии была получена долгожданная голубая роза – плод упорного труда не одного поколения ученых.[11] Мы тоже попробовали получить синюю розу и нам это удалось!

Знакомясь с литературными источниками и Интернет-ресурсами, мы не только пополнили свои знания о химических и природных индикаторах, но и узнали, как их можно успешно применять в быту. Например, цвет борща можно сделать более ярким, если добавить немного столового уксуса или лимонной кислоты. Сок свеклы в кислой среде меняет свой цвет на ярко-красный. Многие лекарственные средства представляют собой кислоты или основания. Например, аспирин, многие витамины нельзя принимать на голодный желудок и запивать соком. Кислоты, входящие в состав этих препаратов, будут повреждать слизистую желудка. Необходимо учитывать среду моющих бытовых средств, выбирая наиболее приемлемое средство. При работе с таким веществами необходимо пользоваться резиновыми перчатками.[4]

В результате проделанной работы можно сделать следующие **выводы**:

1. Экстракты плодов и других частей некоторых растений проявляют свойства кислотно-основных индикаторов.
2. Наиболее ярко свойства индикаторов проявили цветки красной розы, вытяжки пигментов черной смородины, краснокочанной капусты, вишни.
3. Различная окраска природных индикаторов определяется структурными изменениями антоцианов – пигментных веществ, находящихся в растениях.
4. Природные индикаторы имеют и недостатки – довольно быстро портятся и имеют достаточно широкий интервал изменения цвета. При этом сложно отличить, например, нейтральную среду от слабокислой или слабощелочной.

#### *ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ СЕТИ ИНТЕРНЕТ*

1. А.А. Карцова. Химия без формул или знакомые незнакомцы. Авалон, Азбука-классика, СПб.-2005.
2. Г.И.Штремплер. Домашняя лаборатория. (Химия на досуге). М., Просвещение, Учебная литература.- 1996.
3. Химия: Энциклопедия для детей.- М.: Аванта+, 2000.
4. О.С.Габриэлян. Настольная книга учителя. Химия.8 класс, Дрофа, М.-2002.

5. Б.Д.Степин, Л.Ю. Аликберова. Книга по химии для домашнего чтения., М. Химия.-1995
6. Аликберова Л. Ю. Занимательная химия. – М.: АСТ-ПРЕСС, 2002.
7. <http://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/2011/12/07/prirodnye-indikatory>
8. <http://www.neboleem.net/antociany.php>
9. <http://vesvnorme.net/zdorovoe-pitanie/antociany.html>
10. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1684.html>
11. <http://festival.1september.ru/articles/534067/>
12. <http://ru.wikipedia.org/wiki>

## Приложения

Табл.1 Изменение окраски индикаторов в различных средах.

№ п/п	Растительное сырье	Естественный цвет индикатора	Цвет раствора	
			в кислой среде рН < 7	в щелочной среде рН > 7
1	Чай каркаде	пурпурный	красный	зеленый
2	Брусника (ягоды)	красный	светло-желтый	светло-зелёный
3	Малина (ягоды)	малиновый	красный	изумрудный
4	Луковая шелуха	темно-оранжевый	светло-желтый	оранжевый
5	Черная смородина (ягоды)	Бордовый	Красный	Зеленый
6	Свекла (плоды)	Рубиновый	Ярко-красный	светло-коричневый
7	Вишня (ягоды)	Темно-красный	Ярко-красный	Ярко-изумрудный
8	Краснокочанная капуста (листья)	синий	красный	Зеленый, переходящий в желтый
9	Фенолфталеин	Бесцветный раствор	Не изменяет	малиновый

			окраску	
10	Метилловый оранжевый	оранжевый	розовый	желтый
11	Лакмоид	Темно-синий	красный	синий
12	Универсальный	желтый	красный	синий

Табл.2. Определение среды некоторых бытовых растворов при помощи природных индикаторов.

№ п/п	Исследуемые растворы	Окраска универсального индикатора	Окраска природных индикаторов	Среда раствора
1	Мыло хозяйственное	Светло-зеленая	Каркаде – сине-зелен.	слабощелочная
2	Спа-гель для душа	желтая	Каркаде-розовая	нейтральная
3	Лимонный сок	розовая	Вишня- розовая	кислая
4	Молоко	Светло-зеленая	Вишня-розово-фиолетовая	слабощелочная
5	Газированная вода	Светло-желтая	Черн.смород.-розовая	слабокислотная
6	Спазмалгон	Светло-желтая	Черн.смород.-розовая	слабокислотная, нейтральная
7	Cilit	Красная	Краснокоч.капуста-красная	кислая
8	Comet	Темно-зеленая	Краснокоч.капуста-сине-зеленая	щелочная
9	Help	Светло-желтая	Краснокоч.капуста-розово-фиолетовая	нейтральная
10	Санокс	Красная	Краснокоч.капуста-красная	кислая
11	Йогурт Danone	Светло-желтая	Краснокоч.капуста-розово-фиолетовая	нейтральная

## Фотографии

### 1. Приготовление вытяжки растительных пигментов.

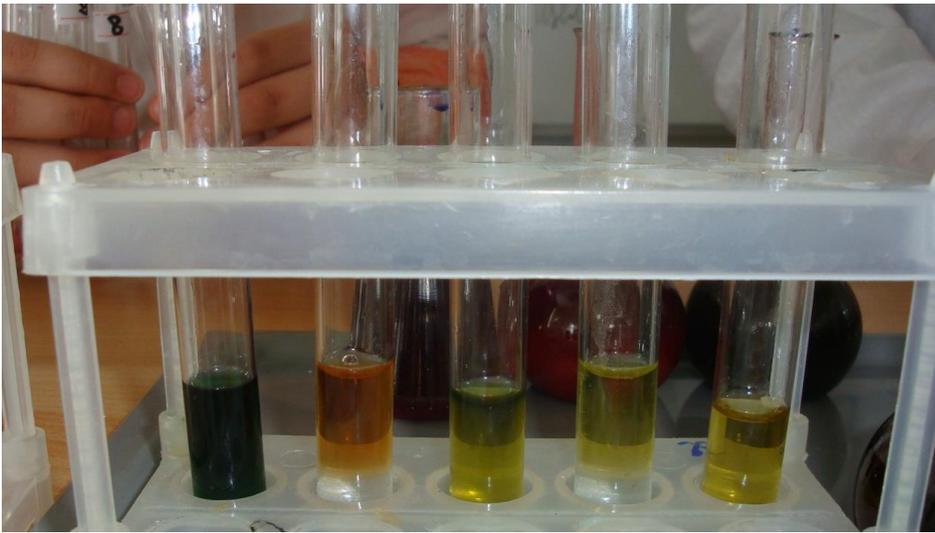


### 2. Изменение окраски индикаторов в кислой среде.



3. Изменение окраски индикаторов в щелочной среде.





4. Изменение окраски пигмента, выделенного из краснокочанной капусты в различных средах.





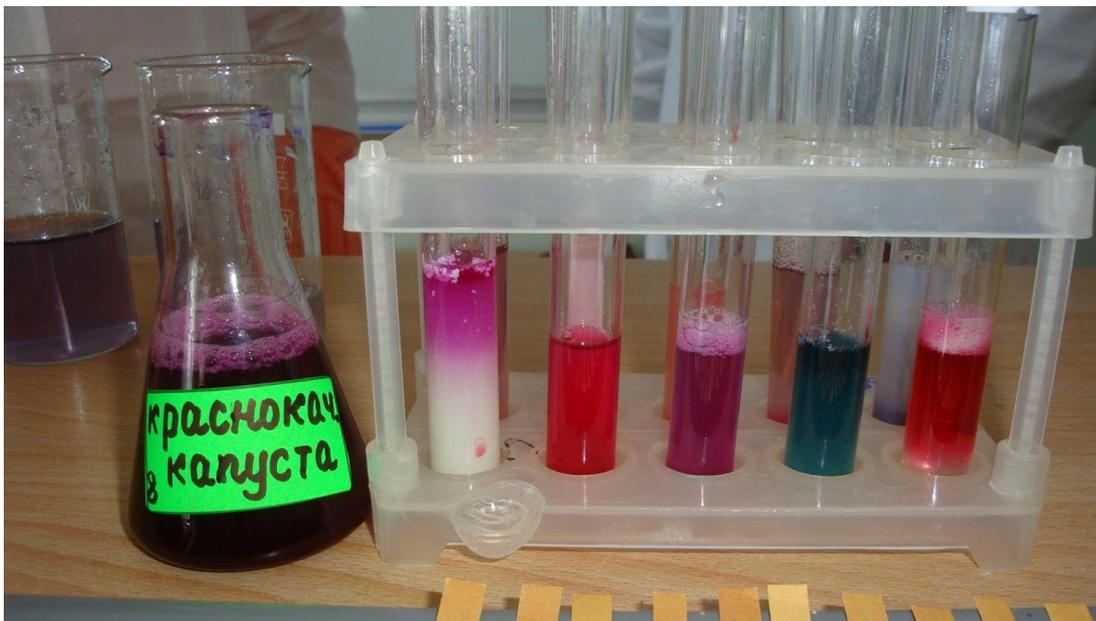
5. Изменение окраски цветков розы и гибискуса в разных средах.





6. Определение среды некоторых бытовых растворов при помощи природных индикаторов.





7. Переходное изменение окраски природного индикатора из краснокочанной капусты в различных средах.

