

2018 г.

*Альтернативные
способы определения
хлорида натрия в
кулинарии.*

https://youtu.be/OkTFx24n_k4



A. ВВЕДЕНИЕ (описание замысла, заинтересованность автора в проекте)

Среди всех солей самая главная та, которую мы называем просто солью.

А. Е. Ферсман

21 век – время, когда для людей уже созданы все условия для комфортной жизни: у них есть квартиры, машины, роботы, компьютеры. Почти в каждом доме, на заводах, в больницах и школах есть большое количество разнообразных приборов, которые облегчают труд людей, их быт и жизнь в целом. Человечество уже настолько привыкло ко всем удобствам (сотовым телефонам, эскалаторам, интернету и т.д.), что нам сложно представить, как люди жили без всего этого в недалеком прошлом.

Но в жизни есть и простые вещи, которым мы не придаем большого значения и воспринимаем, как само собой разумеющееся. Зубная щетка, спички, ложка, вода, сахар... Без таких, казалось бы, простых вещей, люди не смогут жить «удобно». К этим же вещам можно отнести и соль. Соль всегда имела для человека огромное значение и ценилась очень дорого, даже сегодня люди не смогли бы обойтись без нее. Главное заключается не в её вкусовых качествах, а в той важной роли, какую играет хлористый натрий во всех живых организмах.

Сегодня большинство из нас не может себе представить хотя бы один прием пищи без такой доступной и простой приправы, которую можно купить в любом продуктовом магазине и совсем недорого. При этом те, кто любит вкусно покушать, подсаливают пищу, тогда как сторонники здорового образа жизни и правильного питания стараются ограничивать потребление соли.

В связи с этим **объектом исследования** стала поваренная соль, **предметом исследования** – изучение ее свойств. **Целью работы** стала выработка простой и удобной в обращении методики определения содержания соли в пище.

Задачи работы:

- рассмотреть существующие методы определения хлорид ионов;
- выработать собственную методику определения соли в пище.

Обязательным этапом выработки методики является литературный обзор. На этом этапе выявляется не только состав и свойства выбранного вещества, его применение, а также аналитические методики определения данного соединения. На основании предварительного исследования материалов и свойств соединения разрабатывается план дальнейших работ. Обычно в эти работы входит:

- изучение свойств объекта исследования;
- выдвижение гипотезы;
- выбор методов исследования и известных методик работы;
- «строительство» альтернативной методики;
- экспериментальная часть с объектом и проверка предлагаемой методики;
- оценка возможностей получения от объекта желаемого результата;
- проверка методики на реальном объекте;
- оценка эффективности (с последующим рассмотрением плюсов и минусов методики)

Таким образом, данный процесс включает анализ, выбор способов направленного воздействия на химическое вещество, прогнозирование его дальнейшей судьбы и границ действия выработанной методики.

Безусловно, нельзя не упомянуть о моей заинтересованности в данной работе: «Что же меня

зацепило в этом простом, на первый взгляд, химическом веществе?» Ответ прост, участвуя в Межрегиональном химическом турнире и увидев условие одной из представленных задач:



Рис. 1 – Условие задачи.



Задача 13. Кулинарная химия

Как и многие другие виды искусства, кулинарное искусство доступно не каждому. Даже для того, чтобы добавить к блюду нужное количество специй, необходимо должное умение и опыт.

Помогите начинающим кулинарам: предложите пищевую добавку, которая меняла бы свой цвет в тот момент, когда в блюдо добавлена соль до оптимальной (на ваш вкус) концентрации. В качестве альтернативы вы можете предложить добавку, которая путем изменения цвета показывала бы степень остроты блюда.

мне захотелось её решить, довести до конца и получить «продукт», которым смогут пользоваться не только кулинары, но и обыватели для определения поваренной соли в потребляемой пище.

В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ (этапы реализации проекта)

1. Потребление поваренной соли (Результаты анкетирования)

В ходе создания методики было установлено, что без социологического опроса – не обойтись. Его целью было установить какое представление о соли имеют обыватели и как часто они употребляют соль в пищу, и в каком количестве. В связи с этим было проведено анкетирование большого количества людей разных возрастов, в котором приняло участие 73 человека, им предлагалось ответить на следующие вопросы:

- ❖ Любите ли Вы солёное?
- ❖ Всегда ли Вы досаливаете пищу?
- ❖ Соль полезна (+) или вредна (-)?
- ❖ Соль – это приправа?
- ❖ Какое количество соли Вы потребляете в сутки?

Анализ анкетирования показал, что большинство опрошенных (51%) любят употреблять продукты с солью в своём пищевом рационе. 71% опрошиваемых при ответе на второй вопрос, сказали, что не досаливают дополнительно свою пищу. Из всех респондентов более половины (56%) считают, что соль вредна для нашего организма. Около 56% опрошенных знают об использовании соли только в качестве приправы. Ровно половина опрошиваемых при ответе на 4-ый вопрос, сказали, что употребляют каждые сутки 1 – 5 г. соли, но также большой процент опрошенных (37%) даже не знают какое кол-во соли, они потребляют ежесуточно. Именно эти данные и подтолкнули меня к созданию индикаторов, т.к. люди и не представляют, как они заблуждаются о количестве соли, потребляемой ими ежесуточно.

Вопрос (всего 73 чел.)	Да (+), (1-5 г.), чел.	Да, %	Нет (-), (Более 5 г.), чел.	Нет, %	Иногда/Не знаю, чел.	Иногда/Не знаю, %
Любите ли Вы солёное?	37	51%	12	16%	24	33%
Всегда ли Вы досаливаете пищу?	10	14%	52	71%	11	15%
Соль полезна(+) или вредна(-)?	23	32%	41	56%	9	12%
Соль - это приправа?	41	56%	24	33%	8	11%
Какое количество соли Вы потребляете в сутки?	37	51%	9	12%	27	37%

2. Изучение выбранного метода анализа, создание альтернативной методики и изготовление индикаторных полосок

а. ВЫБОР МЕТОДА И ЕГО ОБОСНОВАНИЕ

Для определения содержания поваренной соли мной был выбран метод аргентометрии. Несмотря на то, что многие гравиметрические методы анализа по своей основе более точны, чем объемные методы, я предпочёл взять за основу именно последние. Это объясняется тем, что они менее трудоемки и занимают меньше времени, ведь в весовом анализе результат можно получить через несколько часов, а часто только на второй день. Также огромным плюсом, объемных методов является использование небольшого количества аппаратуры. Ведь большинство аппаратуры, применяемой в гравиметрическом анализе, да и во многих других более трудоемких анализах, чем объемный, используют дорогостоящую, часто которую не могут себе позволить большинство лабораторий.

Также одним из преимуществ определения титриметрическим методом анализа является то, что определение выполняется довольно быстро, что позволяет проводить несколько параллельных определений и получать более точное среднее арифметическое. Тем более сам аргентометрический метод имеет много преимуществ перед другими объемными методами анализа. Он точен (т.е. не требует для своего выполнения много времени), реактивы, которые используются, безопасны для человека и являются недорогими.

б. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И СПИСОК РЕАКТИВОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОЛОСОК

Общие правила техники безопасности при работе в химической лаборатории:

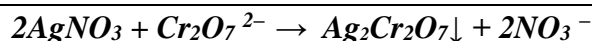
- работать одному в лаборатории *категорически* запрещается, т.к. в ситуации несчастного случая никто не сможет помочь пострадавшему;
- в лаборатории запрещается принимать пищу и пить воду;
- опыты нужно проводить только в чистой посуде;
- нюхать вещества можно, лишь осторожно направляя на себя пары легким движением руки;
- запрещается выливать в раковину концентрированные растворы кислот и щелочей;
- категорически запрещается затягивать рот в пипетки растворов веществ;
- при работе с концентрированными кислотами и щелочами нужно быть осторожным и следить за тем, чтобы они не попали на кожу или одежду, так как это может вызывать ожоги тела и порчу одежды.
- при переливании кислот и щелочей нужно надеть резиновые перчатки и защитные очки.
- при разбавлении концентрированной серной кислоты медленно и осторожно приливать кислоту в воду, но не наоборот, так как может произойти разбрызгивание кислоты.
- твердую щелочь из банок отбирают щипцами или пинцетом.
- посуда для хранения щелочи и кислот должна быть подписана водостойким маркером.
- при смешивании сухого порошка с водой, не вдыхайте пары, они опасны для жизни.

Оборудование, реактивы и материалы:

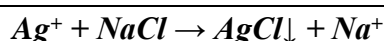
- ❖ стандартный р-р азотнокислого серебра ($\omega(\text{AgNO}_3) = 15\%$);
- ❖ кристаллы $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- ❖ фильтровальная бумага;
- ❖ фарфоровая чашка для упаривания;
- ❖ электрическая плитка;
- ❖ тигельные щипцы;
- ❖ чашка Петри;
- ❖ ножницы.

с. СУЩНОСТЬ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА АНАЛИЗА

Наш метод определения хлористого натрия в пище, за счёт индикаторных полосок, которые мы изготовим, благодаря пропитке фильтровальной бумаги (белая лента (d = 15,0 см.)) раствором азотнокислого серебра в присутствии двуххромовокислого калия в качестве индикатора.



$Ag_2Cr_2O_7$ образуется у нас только тогда, когда все нитрат ионы окажутся оттитрованными и произойдёт избыток. Бумага должна впитать данный осадок, чтобы наши полоски были пригодны к дальнейшему использованию. Так как осадок $Ag_2Cr_2O_7$ хорошо растворим в кислотах, полоски мы будем использовать при $pH = 7 - 10.5$, то есть в нейтральной или слабо щелочной среде. После того, как мы опустим индикаторную полоску в раствор, содержащий хлорид натрия, мы сможем наблюдать качественную реакцию:



В зависимости от того, сколько будет содержаться соли в том или ином растворе, разгон жёлтого цвета на полоске должен быть различным.

д. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ ПОЛОСОК

После того, как посуда, необходимая для изготовления тест-полосок, тщательно вымыта, можно приступить к выполнению следующих пунктов:

1. Насыпьте в фарфоровую чашку для упаривания тонким слоем кристаллы $K_2Cr_2O_7$ так, чтобы они покрыли дно чашки;
2. Затем добавьте 5 - 7 капель $AgNO_3$ для образования осадка $Ag_2Cr_2O_7$;
3. Вырезав небольшой кусочек фильтровальной бумаги, опустите его в образовавшийся осадок и дождитесь первых признаков пропитки, затем добавьте ещё 3 - 5 капель $AgNO_3$;
4. После выполнения п.3, насыпьте на верхнюю сторону пропитанной бумаги тонким слоем кристаллы $K_2Cr_2O_7$, так, чтобы они покрыли весь верх данного листочка;
5. Вновь добавьте 3 - 5 капель $AgNO_3$ для образования осадка $Ag_2Cr_2O_7$;
6. После выполнения п.5, поставьте в вытяжной шкаф электрическую плиту, включите её и нагрейте до оптимальной температуры;
7. Дождавшись нагрева плиты, с помощью тигельных щипцов возьмите фарфоровую чашку, с «приготовленной смесью» и поставьте на нагретую плиту;
8. Дождитесь начала выкипания образовавшегося нитрата калия и следите за тем, чтобы листок не начал высыхать на концах;
9. После того, как выкипит избыток нитрата калия, с помощью тигельных щипцов, поставьте выпарительную чашку на антипригарную сетку;
10. Извлеките кусочек бумаги из фарфоровой чашки с помощью пинцета и переложите его в чашку Петри;
11. Дождитесь высыхания данного фрагмента бумаги и порежьте его на полоски длиной = 4 см. и шириной = 0,5 см.;
12. Тест-полоски готовы к использованию!

е. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕСТ-ПОЛОСОК (особенности созданного продукта)

МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ:

Все компоненты тест-полосок являются нетоксичными. Поскольку цветные шкалы различных серий комплектов индикаторных полосок могут отличаться по окраске, необходимо сравнивать окраску белого-жёлтого разгона тёмного элемента полоски. Для сохранения активности следует избегать прикосновений руками к тёмному элементу полоски. При работе с индикаторными полосками следует соблюдать общие правила санитарии.

✚ ПРОВЕДЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

Использовать только свежую пищу! Перед проведением анализа для пищи, содержащей малое количество влаги – добавить 3 - 5 мл. воды. Температура проведения анализа +15°C до +30°C.

- Открыть пенал, извлечь тест-полоску, пенал немедленно плотно закрыть крышкой;
- Полоску полностью погрузить в увлажнённую пищу;
- Через 15 секунд извлечь полоску.
- Тест-полоску положить на ровную сухую поверхность тёмной стороной вверх;
- Оценку результатов анализа на каждую полоску проводить через указанное в инструкции время, сравнивая интенсивность разгона каждой реагентной зоны с линейкой.

✚ УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ:

Индикаторные тест-полоски должны храниться в упаковке изготовителя в сухом месте при температуре от +7°C до +30°C (при отсутствии паров кислот, щелочей и органических растворителей) в течение всего срока годности (24 месяца). Определение следует проводить при температуре +15°C до +30°C.

Необходимо предохранять индикаторные полоски от повышенной влажности. После вскрытия пенала, индикаторные полоски должны быть использованы в течение не более 3 месяцев. Извлеченная из упаковки индикаторная полоска должна быть использована для проведения анализа в течение 12 часов. Каждый раз после извлечения индикаторной полоски из пенала, последний следует плотно закрыть крышку.

Для получения надежных результатов необходимо строгое соблюдение инструкции по применению.

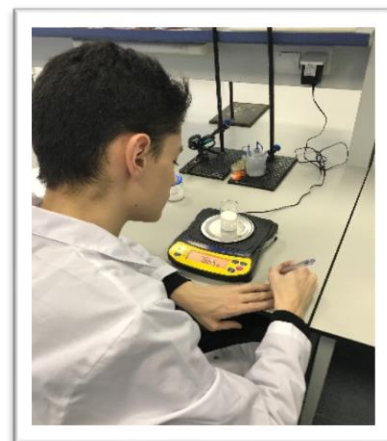
3. Сущность и теоретические основы опыта в доказательство вреда избыточного количества употребления хлорида натрия живыми организмами

Данный опыт будет происходить за счёт явления плазмолиза — отделения пристеночного слоя цитоплазмы от клеточной оболочки эукариотической клетки. Явление происходит под действием раствора, гипертонического по отношению к клеточному соку (т. е. содержащему меньше воды, чем клеточный сок). В этих условиях вода путем осмоса начинает выходить из клетки через плазматическую мембрану. Сначала теряется вода цитоплазмы, затем, через тонопласт (мембрану, отделяющую клеточные вакуоли от цитоплазмы), выходит вода из вакуоли. В результате объем протопласта (живого содержимого клетки) уменьшается, протопласт сморщивается и отстает от клеточной стенки, поскольку клеточная стенка легко проницаема для растворов. Пространство между клеточной стенкой и сморщенным протопластом заполняется гипертоническим раствором, окружающим клетку. При плазмолизе протопласт перестает оказывать давление на клеточную стенку, тургорное давление становится равным нулю, в следствие чего растение увядает.

3.1. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ДАННОГО ОПЫТА:

✚ Оборудование, реактивы и материалы:

- ❖ поваренная соль;
- ❖ бюкс;
- ❖ пластиковая чайная ложка;
- ❖ мерные цилиндры;
- ❖ аналитические весы (до второго знака после запятой);
- ❖ две розы;
- ❖ микроскоп;
- ❖ предметное стекло;
- ❖ марганцовка;
- ❖ пинцет.



Чтобы чётко увидеть процесс плазмолиза, мы поместим две срезанные розы в два мерных цилиндра

с разными растворами: один будет наполнен водопроводной водой, второй – раствором хлорида натрия с массовой долей 17%. Для приготовления раствора хлорида натрия с массовой долей 17%, нужно взять навеску поваренной соли массой ≈ 50 г., необходимые расчёты:

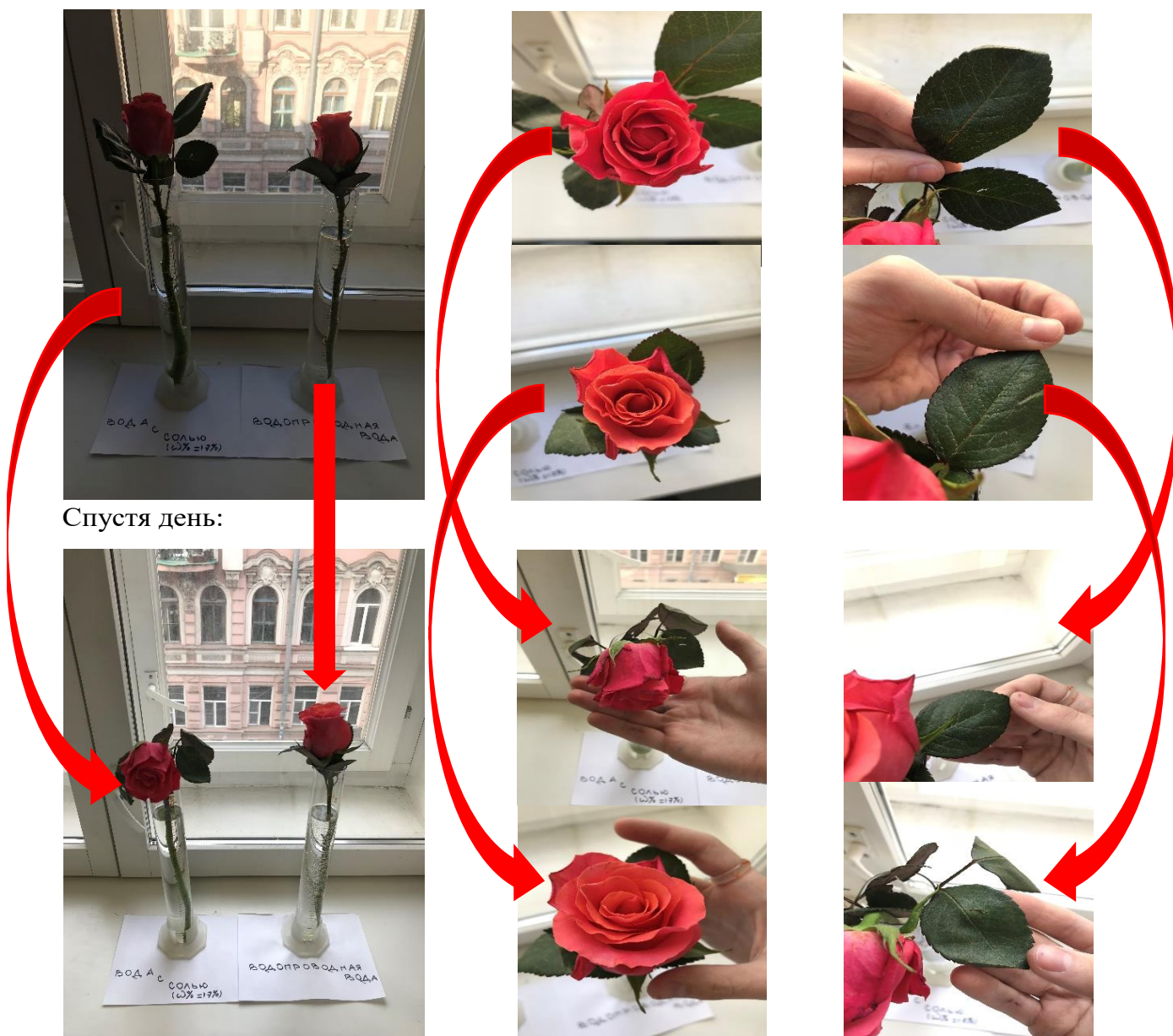
$$V_{\text{м.ц.}} = 250 \text{ мл.}, \text{ т.е. } m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}, \text{ который поместится в мерный цилиндр}) * \rho(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ мл.} * 1 \text{ г./мл.} = 250 \text{ г.}$$

$$m_{\text{бюкса без навески}} = 28.45 \text{ г.}, m_{\text{бюкса с навеской}} = 78.65 \text{ г.}, \text{ значит } m_{\text{навески}} = m_{\text{бюкса с навеской}} - m_{\text{бюкса без навески}} = 50,2 \text{ г.},$$

$$m_{\text{бюкса с остатком}} = 28.65, m_{\text{остатка}} = 0,2 \text{ г.}, \text{ следовательно } m_{\text{навески чистой}} = 50 \text{ г.}$$

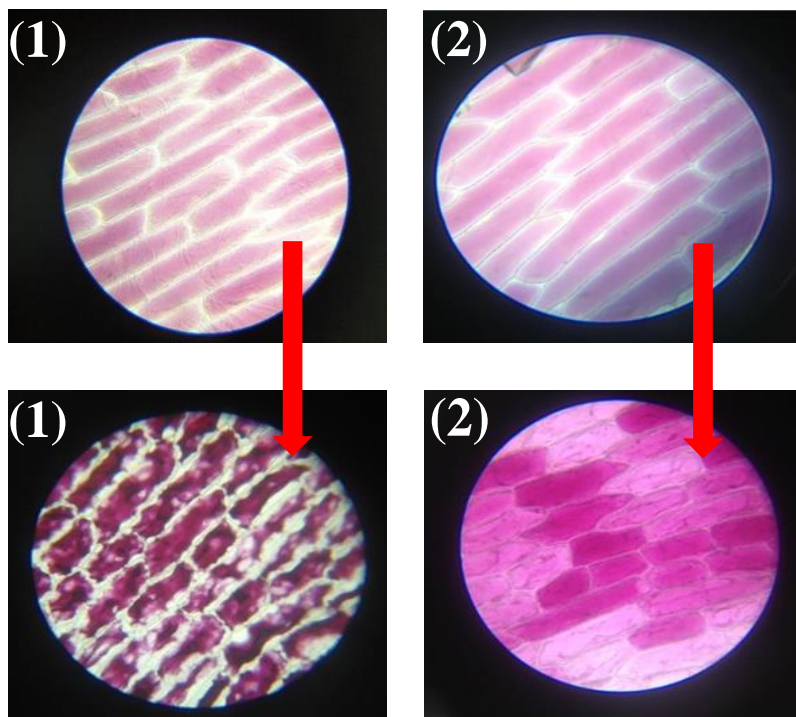
$$W\%(\text{NaCl}) = m_{\text{навески чистой}} / m_{\text{раствора}} (m_{\text{навески}} + m(\text{H}_2\text{O})) * 100\% = 50 \text{ г.} / (250 \text{ г.} + 50 \text{ г.}) * 100\% = 50 / 300 * 100\% = 17 \%$$

После проведения необходимых расчётов и приготовления растворов, погружаем наши розы в приготовленные растворы и ожидаем результат.



Безусловно, изменения на глаз: цветок, опущенный в концентрированный раствор хлорида натрия, начал увядать, а цветок, погруженный в мерный цилиндр с водопроводной водой, продолжает цвести.

Это - внешние изменения, давайте посмотрим, что происходит внутри клеток этих двух растений, воспользовавшись микроскопом!



В клетках растения, погружённого в водопроводную воду, вода из внеклеточной среды поступает внутрь клеток, точнее вакуолей и начинает происходить процесс деплазмолиза (2). В результате увеличения объема вакуолей повышается давление клеточного сока на цитоплазму, которая, в свою очередь, начнет приближаться к стенкам клетки. Цитоплазма в силу эластичности следует за сокращающейся вакуолью, и протопласт отделяется от клеточной стенки. Протопласт клеток растения,

погружённого в солёную воду, сморщивается, за счёт плазмолиза (1), и отстает от клеточной стенки, поскольку клеточная стенка легко проницаема для растворов. Пространство между клеточной стенкой и сморщенным протопластом заполняется гипертоническим раствором, окружающим клетку.

Делаем выводы: цитоплазма эластична, вследствие этого она способна в гипертоническом растворе отставать от клеточной стенки, что ведёт к смерти растения, а в гипотоническом - набухать, не меняя первичное положение, что способствует продолжительности жизни данного цветка.

С. ЗАКЛЮЧЕНИЕ (трудности, с которыми пришлось столкнуться, и которые были успешно преодолены)

В конце исследования необходимо подвести **выводы** о проделанной работе:

- несмотря на пользу и важность, соль может быть очень опасной и причинять большой вред окружающей среде и здоровью человека;
- в экспериментальной части была изложена сущность и теоретические основы аргентометрического метода анализа, с последующим взятием за основу данного метода в нашей методике;
- была представлена новая методика определения соли в пище с соблюдением всех соответствующих правил техники безопасности;
- в конце была проведена обработка полученных результатов анализа.

Основной трудностью, с которой мне пришлось столкнуться стала подборка бумаги для основы индикаторных полосок. Данная проблема была решена методом подборки: сначала была опробована обычная канцелярская бумага (она не подошла, т.к. у неё была плохая пористость, поэтому данный материал не смог пропитаться бихроматом серебра), затем была опробована идея взять за основу обеззоленные фильтры из лаборатории нашей школы – данный замысел был успешно реализован.

Данные выводы говорят о том, что цели своего исследования мы достигли, т.к. гипотеза, выдвинутая в начале исследовательской работы, была подтверждена экспериментально!