

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЁЖИ
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного
образования Республики Крым «Эколого-биологический центр»

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
им. Б. В. Всесвятского**

Номинация: Клеточная биология, генетика

**«Изучение качественных изменений растительной
клетки в различных неорганических средах, как
способ прогнозирования воздействия химических
осадков на растительный организм»**

Работу выполнила:

Будько Ксения Ярославовна

учащаяся 9 класса

МБОУ «Лицей Крымской весны»

Симферопольского района

учащаяся ГБОУ ДО РК

«Эколого-биологический центр»

учебное объединение

«Молекулярная биология»

Научный руководитель:

Котляр Ирина Викторовна,

руководитель объединения

«Молекулярная биология»

педагог дополнительного

образования ГБОУ ДО РК

«Эколого-биологический центр»

Симферопол-2023

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Обзор литературы.....	5
1.1. Химические осадки и их классификация.....	5
1.2. Понятие осмоса.....	6
1.3. Причина отсутствия информации о процессе осмоса в растительной... клетке в неорганических средах, а также о поведении растительной клетки в них.	7
Глава 2. Практическая часть.....	9
2.1. Методика исследования.....	9
2.2. Описание исследований и происходящих в них процессов.....	9
2.2.1. Осмос и качественные изменения растительной клетки в сильных... концентрированных кислотах, в концентрированной серной кислоте	9
2.2.2. Осмос и качественные изменения растительной клетки в сильных... разбавленных кислотах, в разбавленной серной кислоте	11
2.2.3. Осмос и качественные изменения растительной клетки в слабых..... кислотах, в плавиковой кислоте	11
2.2.4. Осмос и качественные изменения растительной клетки в щелочах,... в гидроксиде калия	12
2.2.5. Осмос и качественные изменения растительной клетки в мало..... растворимых основаниях, в гидроксиде кальция	13
2.2.6. Осмос и качественные изменения растительной клетки в..... нерастворимых основаниях, в гидроксиде магния	14
2.3. Прогнозирование воздействия химических осадков на растительных.. организм на основе результатов исследований	15
2.4. Результаты исследования.....	16
Выводы и заключения.....	20
Список литературы.....	21

Введение

Актуальность темы исследования

В результате антропогенной нагрузки, в атмосферу поступают различные химические соединения, которые возвращаются на землю в виде осадков и могут оказывать пагубное влияние на растительный мир. Изучив поведение растительной клетки в неорганических средах, мы сможем определить, что именно происходит с растениями во время выпадения химических осадков. Таким образом актуальностью работы является прогнозирование воздействия химических осадков на растительный мир.

Цель исследования

Выявить возможное поведение растительного организма во время выпадения химических осадков путем определения осмотических явлений и качественных изменений в растительной клетке во взаимодействиях с неорганическими средами.

Основные задачи

1. Изучить литературу, касающуюся химических осадков и осмоса.
2. Выявить причины отсутствия информации об осмотических явлениях в неорганической среде.
3. Провести ряд исследований, наглядно показывающих изменения растительной клетки в неорганических средах.
4. Проанализировать полученные данные.
5. Спрогнозировать поведение растительного организма во время выпадения химических осадков.
6. Составить сводную таблицу по результатам исследования.
7. Сформулировать выводы.

Объект исследования: качественное изменение клетки в неорганических средах.

Предмет исследования: прогнозирование изменений растительного организма во время выпадения химических осадков. А также наблюдение процессов осмоса в кислотах, щелочах и основаниях, а также изменения, происходящие в клетке.

Новизна работы заключается в прогнозирование изменений растительного мира во время выпадения химических осадков. А также в проведении собственного эксперимента, где рассматривается явление осмоса и качественные изменения во взаимодействиях растительной клетки с неорганическими средами и наблюдение за поведением клетки в этих средах.

Методы

Методологической основой исследования является экспериментальный метод, который позволяет заметить изменение результатов путём сознательного манипулирования независимыми переменными. Помимо этого, обеспечивается высокая точность результатов исследования. Также используется метод наблюдения, позволяющий широко и многомерно охватить события и описать взаимодействия всех его участников; цитологический метод и световая микроскопия позволяет точно наблюдать изменения, происходящие в клетке. Также одним из главных методов выступает теоретический метод, позволяющий спрогнозировать изменений растительного мира во время выпадения химических осадков.

Теоретическая значимость заключается в прогнозировании химических осадков на растительные организмы путем изучения процессов осмоса и качественных изменений во взаимодействии растительной клетки с неорганическими средами и наблюдении за изменениями в самой клетке.

Практическая значимость заключается в проведении собственного опыта, который поможет детально изучить качественные изменения и процессы осмоса в неорганической среде, что даст возможность сделать вывод о поведении клетки во время выпадения химических осадков.

Оборудование

Световой микроскоп Rainbow 2L/D2L, препарат кожицы лука, препаровальные иглы, пипетка, разбавленные (5%) и концентрированный (60%) растворы серной кислоты, 5%-е растворы соляной кислоты, гидроксида калия, гидроксида кальция.

Глава 1. Обзор литературы.

1.1. Химические осадки и их классификация.

Химические осадки – это вид атмосферных осадков, при которых рН влаги в различных состояниях больше или меньше 7. Среди химических осадков выделяют кислотные и щелочные.

Кислотные дожди образуются в результате реакции воды с загрязняющими веществами, такими как оксиды серы (SO_2 , SO_3) и различные оксиды азота. Эти вещества выбрасываются в атмосферу автомобильным транспортом, металлургическими заводами, тепловыми электростанциями, а в природных условиях – вулканами [11]. Соединения серы, сульфиды и самородная сера содержатся в угле и рудах (бурый уголь, в частности, содержит много сульфидов, а летучие соединения оксида серы (IV) (диоксид серы), оксида серы (VI) (ангедрид серы) и сероводорода образуются при сжигании и горении). Различные соединения азота содержатся в угле, особенно в торфе (поскольку азот, как и сера, является частью биологической структуры, из которой образовались эти минералы) [12]. При сжигании таких ископаемых образуются оксиды азота, которые превращаются в растворы кислот, таких как серная, сернистая, азотная и азотистая кислоты. Затем они выпадают на землю со снегом и дождем. Кислотные осадки наносят вред не только водной флоре и фауне, но также пагубно влияют на растительность на суше. Ученые полагают, что хотя конкретный механизм еще не до конца изучен, "сложное сочетание загрязняющих веществ, включая кислотные осадки, озон и тяжелые металлы, в целом приводит к деградации лесов» [13].

Щелочные осадки возникают в результате естественных и антропогенных процессов. Это происходит, когда минералы, такие как кальций, алюминий или магний, соединяются с другими минералами и образуют щелочные остатки. После этого они выбрасываются в атмосферу, исчезают в облаках и выпадают на землю в виде дождя. Влияние щелочных осадков на водную среду особенно значительно. Большинство естественных дождей являются слабокислыми, но наряду с ними иногда выпадают и щелочные дожди. Они формируются в полузасушливых районах благодаря воздействию ветров, переносящих минеральную пыль с почвы пустыни. Влага поднимается вместе с пылью, образуя облака, и затем осаждается на землю в виде дождевой пыли. Выбросы из заводов и склады отходов являются основными

источниками щелочных дождей. Минеральная пыль, содержащая большое количество щелочных соединений, таких как карбонат кальция, также может изменять рН осадков и способствовать образованию щелочных дождей. Аналогично кислотным дождям, искусственные процессы, например, сжигание угля, известняка, хромовой руды, добыча глинозема, производство железа и стали, вносят свой вклад в загрязнение окружающей среды, образуя щелочные остатки. Эти остатки, состоящие из оксидов натрия, кальция или магния, гидратируются при соприкосновении с влагой, образуя растворимые гидроксиды [13]. Другие источники включают поверхности грунтовых дорог и почвы, обогащенные основными щелочными элементами, такими как натрий, кальций, магний и калий. Щелочные осадки повышают рН дождевой воды до уровня от 8,5 до 10, что негативно сказывается на водных экосистемах [14]. Физиологические изменения в растительности и животном мире водных сред провоцируются этими нарушениями, а также изменяется скорость рассеивания аммиака, что приводит к его накоплению в организмах [10].

1.2. Понятие осмоса.

Осмоз – это физический процесс, при котором растворенные вещества переходят из менее концентрированного раствора в более концентрированный, проходя через полупроницаемую мембрану [3]. Полупроницаемыми мембранами принято называть биологические или синтетические полимерные мембраны [4].

Осмотическое давление – это сила, которая выталкивает растворитель через полупроницаемую мембрану в раствор. В результате в разных растворах осмотическое давление проявляется по-разному.

Другими словами, оно представляет собой разность водных потенциалов двух растворов, разделенных полупроницаемой мембраной. Это понятие обычно применяется к растворам, окружающим клетки. На осмотическое давление и напряжение могут влиять только растворы веществ, не проникающих через мембрану (например, электролиты, белки). Растворы, проникающие через мембрану, имеют одинаковую концентрацию по обе стороны мембраны и поэтому не изменяют тоничности [1].

Изотонический раствор – это раствор, осмотическое давление которого равно внутриклеточному давлению. Клетки, погруженные в изотонический раствор, находятся в равновесии, молекулы воды движутся в равных количествах внутрь и наружу клеточной мембраны, не накапливаются и не теряются внутри клетки [8]. При отклонении осмотического давления от нормального физиологического уровня нарушаются обменные процессы между кровью, тканевыми жидкостями и соматическими клетками. Сильные отклонения могут нарушить структуру и целостность клеточных мембран.

Гипертонический раствор – это раствор, в котором концентрация вещества высока по отношению к содержанию воды в клетке. При погружении клеток в гипертонический раствор вода в клетке высвобождается и обезвоживается, в результате чего клетка высыхает и уменьшается в размерах (происходит плазмолиз). Гипертонические растворы используются в осмотической терапии для лечения внутримозговых кровоизлияний [2].

Гипотонические растворы – это растворы, имеющие более низкое осмотическое давление, чем другие растворы, т.е. более низкую концентрацию веществ, не проникающих через мембрану. При погружении клеток в гипотонические растворы осмотическое давление позволяет воде проникать внутрь клеток, что приводит к их гипергидратации (повышен тургор). При погружении в гипотонический раствор клетка увеличивает свое осмотическое давление и восстанавливает нормальное функционирование [3].

1.3. Причина отсутствия информации о процессе осмоса в растительной клетке в неорганических средах, а также о поведении растительной клетки в этих средах.

Осмоз рассматривается лишь в растворах солей, включающих в себя гипотонический, гипертонический и изотонический. Однако ни в один источник информации не содержит в себе описания осмоса в кислотах, основаниях и щелочах растворах. Причиной этому служит токсичность веществ, действующая на расщепление клеточной стенки. Как мы знаем соли не оказывают влияние на

разложение клеточной стенки, поэтому осмос при взаимодействии растительной клетки с раствором солей не оказывает существенного влияния на клеточную стенку.

Однако кислоты ($\text{pH} < 7$) уже будут взаимодействовать с клеточной стенкой, в нашем случае с целлюлозой, расщепляя ее. Состояние клеточной стенки будет зависеть от классификации и концентрации кислоты. Параллельно процессу расщепления целлюлозы будет идти осмос, интенсивность которого будет зависеть не только от кислоты, но и от скорости распадаения клеточной стенки. Основания же не будут оказывать влияние на клеточную стенку, но будут влиять на осмос и качественные реакции в клетке [5].

Глава 2. Практическая часть.

2.1. Методика исследования.

С целью, наглядно изучить осмотические явления и качественные изменения, происходящие в растительной клетке, погруженной в неорганическую среду, мы провели ряд исследований со временными препаратами сочной чешуи лука фиолетового цвета.

Для изготовления временного препарата кожицы лука мы сначала вымыли и тщательно вытерли предметное и покровное стекла. Чтобы не сломать очень хрупкое покровное стекло, поместили его в складку салфетки между большим и указательным пальцами правой руки и осторожно вытереть его круговыми движениями пальцев. Нанесли на предметное стекло пипеткой каплю жидкости (воды). После, при помощи острого лезвия и пинцета, сняли сочную чешую лука. При помощи препаровальной иглы в центр предметного стекла, поместили кусочек сочной чешуи в каплю воды. Закрыли срез покровным стеклом так, чтобы под него не попал воздух. Для этого покровное стекло взяли двумя пальцами за грани и подвели под углом нижнюю грань к краю капли жидкости и плавно его опустили. После чего удалили воду с помощью фильтровальной бумаги, поместив ее около покровного стекла. Параллельно с этим на противоположных край покровного стекла нанесли некоторое количество нужного нам реагента, пока весь препарат не оказался в растворе реагента, а вся вода не впиталась фильтровальной бумагой. Получившийся препарат рассматривали под увеличением 40 крат светового микроскопа.

2.2. Описание опытов и происходящих в них процессов.

2.2.1. Исследование первое: осмос и качественные изменения растительной клетки в сильных концентрированных кислотах, в концентрированной серной кислоте

Для исследования приготовили временный микропрепарат сочной чешуи кожицы лука, вышеуказанным способом. Нанеся на препарат концентрированную (60%) H_2SO_4 весь препарат приобретает ярко-желтый цвет (фото 1):



Фото 1. *Взаимодействие с концентрированной серной кислотой (60%)*

Рассматривая препарат через 1-3 секунды после нанесения реагента на препарат под увеличением 40 крат светового микроскопа, мы обнаружили полное отсутствие клеточных стенок. Это свидетельствует о том, что концентрированная серная кислота мгновенно разрушает клеточную стенку и остальные органоиды клетки, ведь мы не видим даже ядер клеток (фото 2)

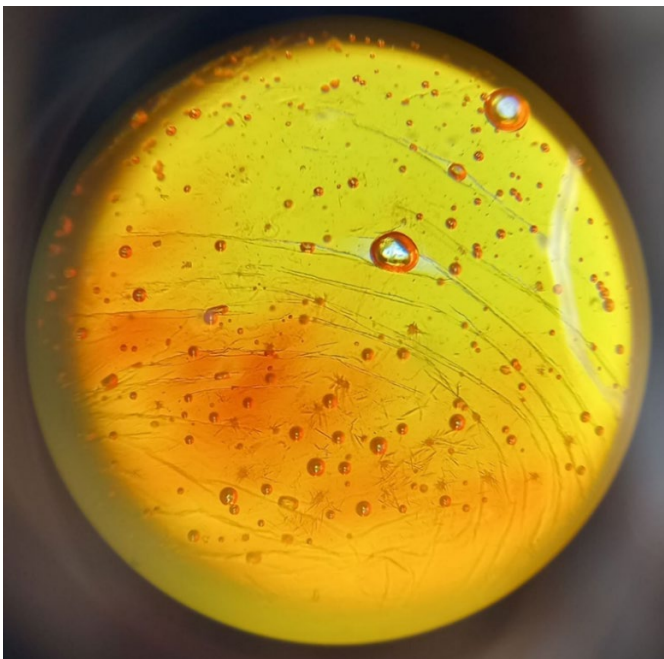


Фото 2. *Разрушение клеток при взаимодействии с концентрированной серной кислотой. Вид под микроскопом.*

Вывод: осмотический процесс не происходит в следствии разрушения клетки. А преобразование фиолетового пигмента кожицы лука в ярко-желтый, говорит о том, что концентрированная серная кислота вступает в качественную реакцию с азотом и белками, содержащимися в пигменте клетки.

2.2.2. Исследование второе: осмос и качественные изменения растительной клетки в сильных разбавленных кислотах, в разбавленной серной кислоте.

Нанеся разбавленную (5%) H_2SO_4 на изготовленный препарат, наблюдаем, что осмотические явления происходят параллельно с расщеплением клеточной стенки, временные характеристики различаются. За 6 минуты пигмент почти нейтрализовался (фото 3)

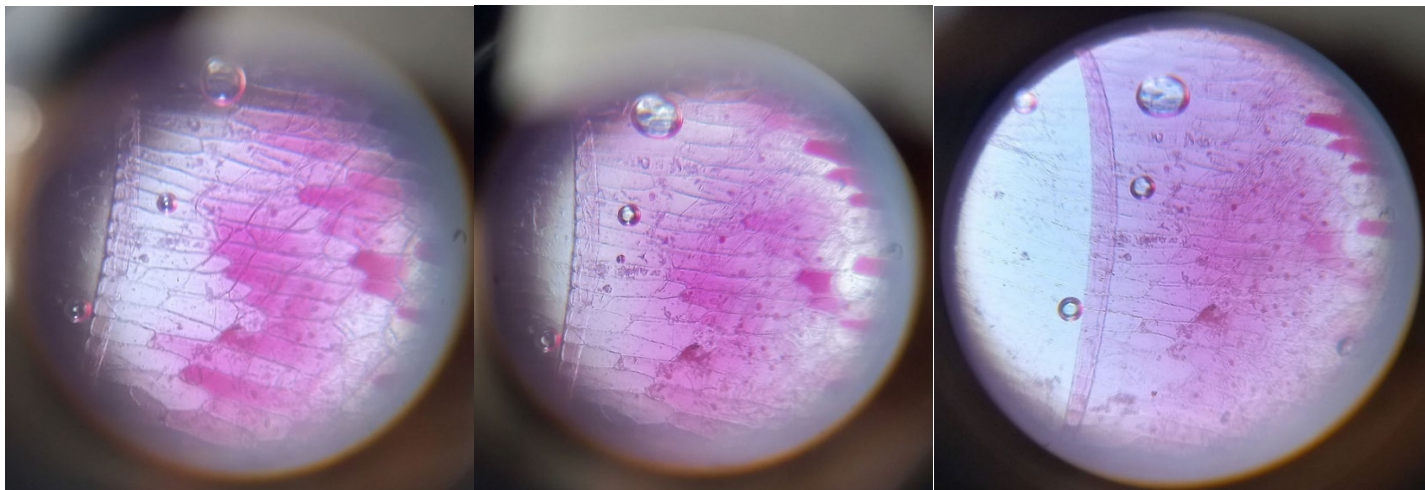


Фото 3. *Взаимодействие с разбавленной серной кислотой (5%)*

Вывод: Движение частиц происходит через разлагающуюся мембрану. Разбавленная серная кислота вступает в химическую реакцию с веществами клеток кожицы лука, обезвоживая их.

2.2.3. Исследование третье: осмос и качественные изменения растительной клетки в слабых кислотах, в плавиковой кислоте.

Нанеся HF на препарат кожицы лука, видимых отличий мы не наблюдаем (фото 4):

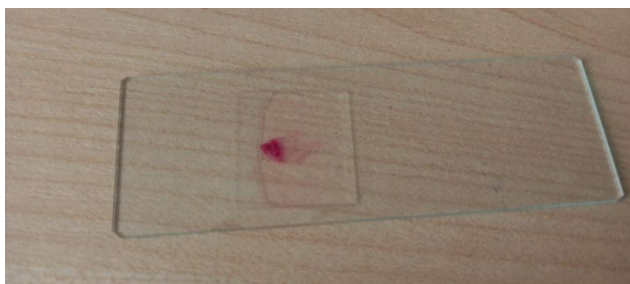


Фото 4. *Взаимодействие с плавиковой кислотой.*

Однако через малый промежуток времени, 2 минуты, рассматривая получившейся препарат под увеличением 40 крат светового микроскопа, мы наблюдаем процесс осмоса. Из менее концентрированного раствора (из клетки кожицы лука) в более концентрированный раствор (плавиковая кислота) начинается

движение частиц, мы видим плазмолиз, однако протопласт, отделяемый от клеточной оболочки, начинает расщепляться при воздействии на него плавиковой кислоты. Таким образом плазмолиз идет параллельно с расщеплением протопласта, из-за этого мы не видим четкий контур разделения содержимого клетки в протопласте от клеточной стенки во время процесса осмоса (фото 5):

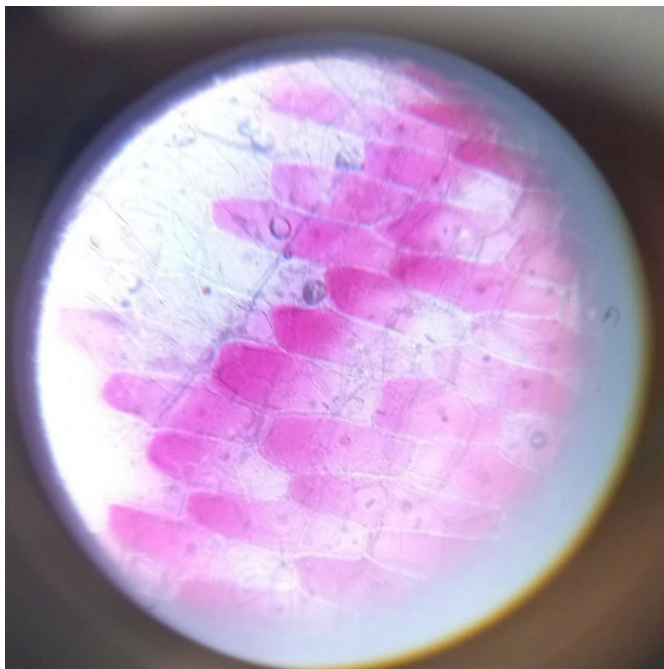


Фото 5. *Взаимодействие с плавиковой кислотой. Вид под микроскопом.*

Вывод: Движение молекул активно идет сквозь разлагающуюся мембрану, происходит плазмолиз. Слабая плавиковая кислота расщепляет протопласт и не вступает в качественную реакцию с сочной чешуи кожицы лука.

2.2.4. Исследование четвертое: осмос и качественные изменения растительной клетки в щелочах, в гидроксиде калия.

Нанеся КОН (5%) на препарат кожицы лука, мы сразу, через 7-10 секунд, наблюдаем качественное изменение – частичное изменение цвета клеток в темно-зеленый и в салатный цвета. Погрузив препарат под микроскоп, мы видим, что тургорное давление осталось прежним. Также не все клетки поменяли свой цвет, некоторые сохранили фиолетовый пигмент, а некоторые изменили свой цвет на темно-зеленый и салатный, что свидетельствует о избирательной химической реакции (фото 6):

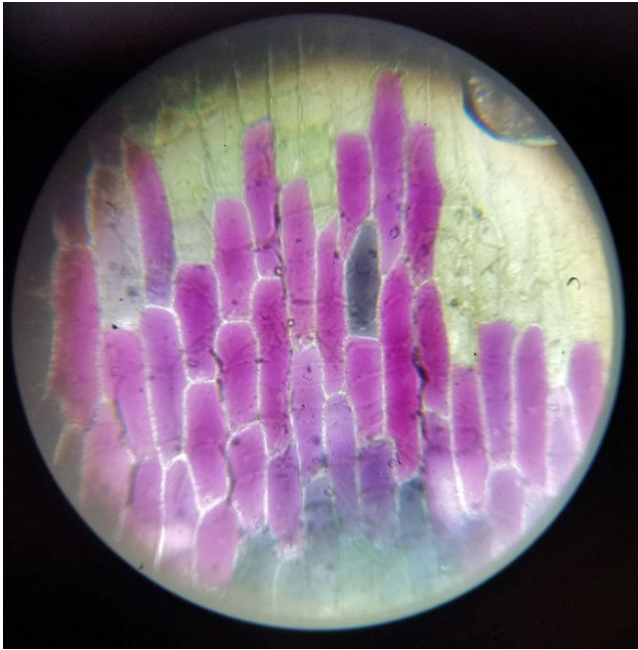


Фото 6. *Взаимодействие с гидроксидом калия (5%)*

Вывод: никаких осмотических явлений не происходит, ведь щелочь является гипертоническим раствором и при попадании в него растительной клетки должен происходить плазмолиз. Однако тургор остался прежним, а значит осмос не происходит в щелочах. Также щелочь не оказывает влияния на расщепление клеточной стенки, и она остается невредимой.

2.2.5. Исследование пятое: осмос и качественные изменения растительной клетки в мало растворимых основаниях, в гидроксиде кальция.

Капнув 5% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на препарат кожицы лука, через 1-3 секунды наблюдаем качественное изменение – преобразование фиолетового пигмента клеток кожицы лука на светло-зеленый. Содержимое всех клеток стало однородным, разграничивающееся клеточными стенками (фото 7):

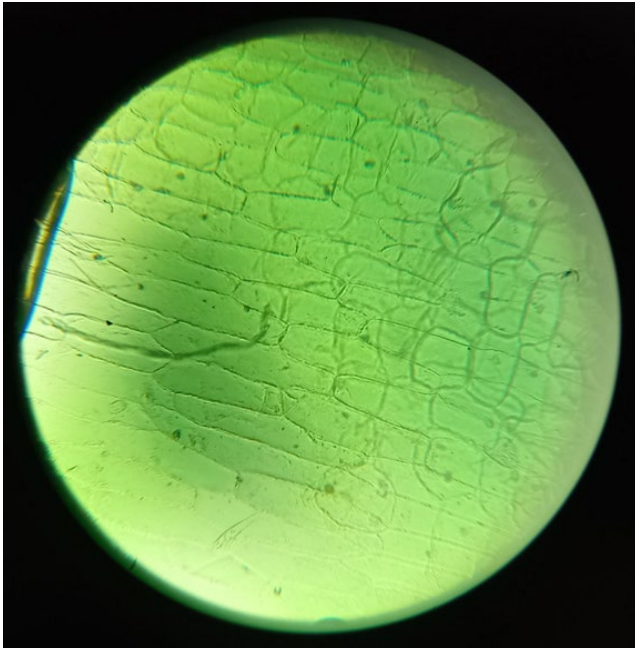


Фото 7. *Взаимодействие с гидроксидом кальция*

Вывод: Гидроксид кальция так же как и гидроксид калия не влияет на расщепление клеточных стенок. Осмотические явления так же не происходят.

Вывод: Гидроксид кальция вступает в качественную реакцию с сочной чешуи кожицы лука. Никакие качественные изменения не происходят, сохраняется прежний тургор.

2.2.6. Исследование шестое: осмос и качественные изменения растительной клетки в нерастворимых основаниях, в гидроксиде магния.

Нанеся реагент 5% $Mg(OH)_2$ на уже приготовленный препарат, мы не наблюдаем изменений:



Фото 7. *Взаимодействие с гидроксидом магния (5%)*

Погрузив препарат под увеличение 40 крат светового микроскопа, мы так же не наблюдаем изменений. Так как клетка погружена в гипертонический раствор, то должен происходить плазмолиз, однако тургорное давление клетки остается прежним и никакого движения частиц не происходит (фото 8)



Фото 8. *Взаимодействие клетки с гидроксидом магния (5%) под микроскопом.*

Вывод: так как основания, не растворимы в воде, то и не могут взаимодействовать с ней, а мы знаем, что содержание воды в клетке кожицы лука равно 90% - 95%. Поэтому качественных изменений, таких как изменение цвета, мы не замечаем. Осмос не происходит в растворах не только щелочей, но и нерастворимых оснований.

2.3. Прогнозирование воздействия химических осадков на растительных организм на основе результатов исследований.

Проведя ряд исследований и изучив их результаты, мы спрогнозировали ряд теорий, касающихся изменений растительного мира во время выпадения химических осадков:

1. Во время выпадения химических осадков, включающих сильные кислоты, растения будут необратимо увядать из-за потери тургора. Могут происходить качественные изменения цвета растений. Из-за деградаций почв и колоссальных повреждений растения будут гибнуть.

2. Когда происходит выпадение кислотных дождей, может происходить изменение уровня pH в почве и окружающей среде. Это может привести к ухудшению питательного состава почвы, что затрудняет поглощение необходимых минеральных элементов растениями.

3. Повреждение листьев: кислотные осадки могут вызывать повреждения листовых пластинок, так как кислота может разрушать внешние защитные слои на листьях, что делает растения более уязвимыми к болезням и вредителям.

4. Замедление фотосинтеза: высокая кислотность может привести к замедлению процесса фотосинтеза в растениях, так как это влияет на работу ферментов, необходимых для этого процесса. Это может привести к уменьшению роста и развития растений. Гибель и поражения растений будут зависеть от степени поражения.

5. Во время выпадения химических осадков, включающих щелочи, растения не будут увядать, а будут сохранять свой тургор. Будут заметны качественные, избирательные изменения цвета растений. Щелочные дожди могут привести к проникновению вредных щелочных веществ в почву, что может замедлить или прекратить поглощение растениями важных питательных элементов.

6. Могут произойти ожоги и деградация клеток: щелочные вещества могут вызвать ожоги на листьях, стеблях и корнях растений, а также привести к деградации клеточных структур, что снижает способность растений к фотосинтезу и обмену веществ.

7. Во время выпадения химических осадков, включающих малорастворимые основания, растения также не будут увядать, а будут сохранять свой тургор. Также могут происходить качественные равномерные изменения цвета растений. Из-за деградаций почв и необратимых повреждений тканей растения будут гибнуть. Однако увядание и гибель растений будет зависеть от степени повреждения растения, рядом находящихся вод и почв.

8. Во время выпадения химических осадков, включающих нерастворимые основания, растения также не будут увядать, а будут сохранять свой тургор. Также качественные изменения цвета растений не будут происходить. Из-за деградаций почв, отравлений тканей и клеток растения будут обратимо повреждаться.

2.4. Результаты исследования.

Данные исследования, мы представили в таблице «Качественные изменения растительных клеток в различных неорганических средах»

Органическое вещество.	Качественное изменение.	Процесс осмоса.	Время, за которое происходит или изменения (с.).	Изменения, происходящие с растительным миром во время выпадения химических осадков.
H ₂ SO ₄ (конц.)	Изменение цвета на ярко-желтый. Полное расщепление органоидов и клеточной стенки.	В следствие превращения клеток в единообразный раствор никакие осмотические явления не происходят.	1 – 3	Растения будут необратимо увядать. В следствии колоссальных повреждений тканей и отравления почв растение погибнет. Так же произойдут качественное изменение цвета.
H ₂ SO ₄ (разб.)	Нейтрализация пигмента. Хорошо выражены ядра.	Осмотические явления происходят параллельно с расщеплением клеточной стенки.	360	Растение будет необратимо увядать из-за потери тургора. По причине поражения тканей и отравления почв растение погибнет. Никакие качественные изменения не происходят.
HF	Медленное расщепление протопласт. Пигмент остается прежним.	Осмоз происходит с не четко	120	Растение будет увядать, но обратимо. Качественные

		выраженным плазмолизом.		изменения не происходят. Растение может пострадать но не погибнуть.
КОН	Избирательное изменение цвета на темно-зеленый и салатовый, но некоторые клетки сохраняют фиолетовый пигмент. Не оказывается никакого влияния на повреждение клеточной стенки.	Осмоз не происходит. Остается прежнее тургорное давление.	7 - 10	Растение сохраняет тургор. Происходит качественное, избирательное изменение цвета. Растение погибнет из-за отравления почв.
Ca(OH) ₂	Полное изменение цвета на светло- зеленый. Не оказывается никакого влияния на повреждение клеточной стенки.	Осмоз не происходит. Остается прежнее тургорное давление.	1- 3	Растение сохраняет тургор. Происходит качественное изменение цвета. Растение погибает из-за отравления почв.
Mg(OH) ₂	Остается яркий фиолетовый пигмент. Не оказывается никакого влияния на повреждение клеточной стенки.	Осмоз не происходит. Остается прежнее, хорошо выраженное тургорное давление.	Измени я не происход ят.	Растение сохраняет тургор. Никакие качественные изменения не происходят. Растение может погибнуть или пострадать из-за отравления почв.

Выводы и заключения.

1. Изучили литературу, касающуюся химических осадков и осмоса, определив причины отсутствия информации об осмотических явлениях в кислотах, щелочах и основаниях, которые связаны с токсичностью и классификацией веществ.
2. Изменения растительных клеток в сильных концентрированных кислотах:
 - Отсутствие тургора и других осмотических процессов.
 - Наличие качественной химической реакции.
 - Расщепление органоидов и клеточных стенок.
3. Изменение растительного мира в сильных разбавленных кислотах:
 - Наличие качественной химической реакции.
 - Наличие процесса плазмолиза.
 - Медленное расщепление клеточных стенок.
4. Изменение растительного мира в слабых кислотах:
 - Наличие процесса плазмолиза.
 - Отсутствие качественной химической реакции.
 - Медленное расщепление протопласта.
5. Изменение растительного мира в щелочах:
 - Сохранение тургора, отсутствие других осмотических процессов.
 - Наличие избирательной качественной химической реакции.
 - Сохранение невредимости клеточных стенок.
6. Изменение растительного мира в мало растворимых основаниях:
 - Сохранение тургора, отсутствие других осмотических процессов.
 - Наличие качественной химической реакции.
 - Сохранение невредимости клеточных стенок.
7. Изменение растительного мира в нерастворимых основаниях:
 - Сохранение тургора, отсутствие других осмотических процессов.
 - Отсутствие качественной химической реакции.
 - Сохранение невредимости клеточных стенок.
8. И кислотные, и щелочные дожди могут оказывать негативное влияние на растения, приводя к изменениям в почве, недостатку питательных веществ, повреждению клеток и способностей растений усваивать свет для фотосинтеза.

Эти эффекты могут негативно сказаться на росте, развитии и здоровье растений, а также на экосистеме в целом, что в последствии приведет к гибели растительного мира.

9. Составили сводную таблицу, обобщающую и сравнивающую полученные данные исследований.

Список литературы

1. ЭБС «Лань»: Афанасьев, Б. Н. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2012. - 464 с.
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия : учебник для студентов вузов по хим. специальностям. - 6-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 527 с. : ил. - (Гр.).
3. Вилли, К. Биология (биологические процессы и законы) / К. Вилли, В. Детье. - М.: Мир, 2018. - 822 с.
4. ЭБС «Лань»: Нигматуллин, Н. Г. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 276 с.
5. Ершов. Общая химия. — Издание восьмое, стереотипное. — Москва: Высшая школа, 2010. — 559 с.
6. Огурцов А. Н. Биологические мембраны [Текст] : учеб. пособие. Харьков: НТУ «ХПИ», 2012. – 368 с.
7. Нобел П. Физиология растительной клетки (физико-химический подход), пер. с англ.. — М., 1973.
8. Вронский, В. А. Кислотные дожди: экологический аспект//Биология в школе.- 2006.- №3.- с. 3-6
9. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. 1985. 272 с.
10. Откуда берутся «кислотные дожди»//Вокруг света.- 2005.- №6.- с. 70.
11. Климат Москвы в условиях глобального потепления / Под ред. А.В. Кислова. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2017. 288 с. ISBN 978-5-19-011227-6.