Муниципальное бюджетное образовательное учреждение дополнительного образования Станции юных натуралистов Невьянского городского округа

Свердловская область, г. Невьянск

Детское творческое объединение «Я – исследователь»

Влияние кислотных осадков на рост и развитие овощных растений в условиях полевого опыта

Автор: Шилова Алёна Владимировна, ученица 10 класса МБОУ ДО СЮН НГО

Руководитель: Тумбаева Татьяна Юрьевна, педагог дополнительного образования МБОУ ДО СЮН НГО

Невьянск, 2020

|  |  |
| --- | --- |
| **Оглавление** | Стр. |
| **Введение**……………………………………………………………………... | 3 |
| **Глава 1.** Обзор литературы по проблеме влияния кислотных осадков на окружающую среду ………………………………………………………… | 4 |
| 1.1 Кислотные осадки, их происхождение ……………………………….. | 4 |
| 1.2 Причины вызывающих появления кислотных осадков ……………... | 4 |
| 1.3. Влияние кислотных осадков на окружающую среду ……………… | 5 |
| 1.4. Морфо-биологические характеристики овощных культур…………. | 6 |
| **Глава 2.** Материалы и методики ……………...…………………………… | 8 |
| 2.1. Географическое положение и почвенно-климатические условия района исследования**………………………………………………………...** | 8 |
| 2.2. Характеристика объектов исследования…………………………….... | 8 |
| 2.3. Сроки посадки и схема опыта………………………………………….. | 9 |
| 2.4. Методики химического анализа почвы……………………………….. | 10 |
| **Глава 3.** Результаты исследования и их обсуждение…………………….. | 11 |
| 3.1. Результаты химического анализа почвы……………………………… | 11 |
| 3.2. Анализ результатов урожайности зелёной массы исследуемых растений……………………………………………………………………… | 13 |
| **Заключение.**…………………………………………………………………. | 14 |
| **Литература**…………………………………………………………………… | 15 |
| Приложение А. Рисунок. 1. Схема полевого опыта с посадкой гороха, салата и горчицы |  |
| Приложение Б. Рисунок 2. Схема опыта с посадкой картофеля |  |
| Приложение В. Урожайность зеленой массы овощных культур (Таблицы 1-4) |  |
| Приложение Г. Результаты статистической обработки результатов по урожайности культур (Таблицы 5-8) |  |
| Приложение Д. Таблица 9 – Динамика урожайности овощных культур по срокам уборки |  |

**ВВЕДЕНИЕ**

С каждым годом ухудшается экологическая ситуация как в нашем городе, так и во всем мире. Одна из проблем, приводящая к этим глобальным последствиям, является проблема выпадения кислотных дождей. В случае ее бесконтрольного развития, эти осадки могут нанести существенные ущерб природе и человеку.

Кислотными называются дожди с рН менее 5,65 [2]. Главной причиной, вызывающих их появления является деятельность человека, и возникают они в районах, где развита черная и цветная металлургия, работают тепловые электростанции, эксплуатируется большое количество автотранспорта. Все эти источники работают на органическом топливе. При сжигании органики в атмосферу выбрасываются оксиды серы, азота, хлорсодержащие вещества, которые, растворяясь в атмосферных парах воды, превращаются в кислоты.

Уже давно ученые занимаются изучением влияния кислотных осадков на почву, водоемы, городские сооружения, а какое влияние оказывают эти осадки на травянистые растения? Сведений о подобных исследованиях нет в Интернете, поэтому было решено провести эксперимент по изучению влияния кислотных осадков на развитие овощных растений в условиях садового участка.

Объектом данного исследования стали: почва опытного участка и сорта четырех овощных культур: Кучерявец одесский - сорт салата, Амброзия - сорт гороха сахарного, Золотой гектар 1432 – сорт капусты белокочанной, Ирбитский - сорт картофеля.

Предметом исследования стали химический состав почвы участка и реакция побегов овощных растений на опрыскивание растворами с уровнем рН от 6,0 до 3,0 с интервалом в одну единицу. Раствор рН=7– контроль.

Гипотеза: с увеличением кислотности раствора и количества опрыскиваний, рост и развитие растений будет замедляться.

Цель исследования: изучить влияние растворов с разным уровнем кислотности на развитие надземной массы овощных растений.

Задачи:

- изучить литературу о влиянии кислотных осадков на окружающую среду;

- провести химический анализ почвы на кислотность, наличие нитратов и фосфатов;

- провести эксперимент по изучению влияния кислотных осадков на рост и развитие надземной части исследуемых овощных растений в условиях садового участка;

- провести камеральную обработку и анализ подученных результатов.

В работе использованы методы анализ литературных источников и материалов исследования; наблюдения; экспериментальный метод и др.

**ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ПРОБЛЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.**

* 1. **Кислотные осадки и их происхождение.**

**Кислотные осадки** – все виды метеорологических осадков – дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается повышение кислотности раствора, выражающегося индексом рН. Кислотность дождевых осадков повышается из-за загрязнения воздуха кислотными оксидами, такими как оксиды серы, азота, углерода [1].

 Обычная дождевая вода представляет собой слабокислый раствор с индексом рН более 5.65. Это происходит вследствие того, что природные вещества атмосферы, такие как углекислый газ, вступают с водой в реакцию, образуя слабую угольную кислоту. Именно она придает дождю слабокислые свойства.

Присутствие в составе нижних слоев атмосферы оксида серы приводит к образованию серного ангидрида. Данное вещество взаимодействует с водой, что заканчивается формированием сернистой кислоты. Постепенно она окисляется при высокой влажности воздуха. В результате формируется особенно опасная серная кислота [2].

Другим веществом, которое провоцирует кислотные дожди, называют оксид азота. Он таким же образом вступает в химическую реакцию с частицами воздуха и воды, формируя опасные соединения: азотную и азотистую кислоту. Основной опасностью таких осадков называют то, что они внешне никак не отличаются от обычных осадков ни по цвету, ни по запаху.

Влияние кислотных дождей может носить прямой и косвенный характер. При этом опасны не сами осадки с повышенной кислотностью, а протекающие в биосфере под их воздействием окислительно-восстановительные процессы.

 Многие реакции протекают не локально, а на расстоянии, в сотнях километров от источника образования. Поэтому предотвратить распространение и влияние кислотных дождей невозможно. Из-за деятельности экономически развитых стран ущерб наносится всем регионам планеты.

В среднем в Москве каждый пятый-третий дождь можно отнести к категории кислотных, – считает профессор МГУ, научный консультант НИИ экологии города Владимир Башкин. – Но это не рекорд. Например, в Китае приблизительно 85% дождей содержат кислоты [8].

**1.2. Причины, вызывающие появление кислотных дождей.**

Что является источником большого количества оксидов азота и серы в атмосфере? Учёные выделяют два характерных фактора формирования кислотных осадков: антропогенный и природный [9].

Антропогенный фактор связан с развитием промышленности и технологий. Заводы, фабрики и различные предприятия стали выбрасывать в воздух огромное количество оксидов и других веществ, как побочный продукт производства.

 Другим антропогенным источником загрязнения атмосферы являются выхлопные газы автомобильного транспорта, в состав которых входят продукты неполного сгорания топлива: оксиды серы, азота, угарный газ и другие. Попадая в воздух, эти вредные вещества окисляются и выпадают на землю в виде кислотных дождей.

Третьим антропогенным источником загрязнения атмосферы служат теплоэлектростанции. В результате сгорания торфа, угля, мазута для получения энергии в воздух попадает огромное количество кислотных оксидов.

Так же азотные соединения выделяются при производстве строительных материалов, а окиси серы – при переработке металлов. Из всего количества кислот, выпавших с дождями над территорией Центральной Европы, в среднем2/3 приходится на серную кислоту,1/3 – на азотную [6].

 Определенная часть серы в атмосфере имеет естественное происхождение, к примеру, после извержения вулкана освобождается диоксид серы.

Таким образом, к основным загрязнениям атмосферы, которые являются источниками образования кислотных дождей, относятся диоксид серы (SO2), оксиды азота (NO и NO2) и летучие органические соединения.

Летучие органические соединения, в отличие от оксидов серы и азота, поступают в атмосферу главным образом из природных источников (65 % от общего количества). Основной природный источник этих веществ – растения, в результате жизнедеятельности которых образуются непредельные соединения – терпеновые углеводороды и производные изопрена. Они активно участвуют в химических реакциях, протекающих в атмосфере, способны взаимодействовать с озоном и гидроксильными радикалами, инициируют химические реакции, в результате которых образуется целый ряд продуктов. Из природных источников выделяется более 90 % летучих органических соединений; количество их возрастает при повышении температуры и интенсивности солнечного освещения, т. е. летом их значительно больше, чем зимой. В состав летучих органических соединений входят реакционноспособные алканы – 50 % (пропан и др.), олефины – 23 % (этилен, пропилен и др.), ароматические углеводороды – 18 % (бензол, ксилолы и др.), альдегиды и кетоны – 8% (формальдегид, ацетон и др.), органические кислоты – 1 % (муравьиная, уксусная и др.) [6].

Азотосодержащие вещества могут выделяться в воздухе в результате деятельности некоторых почвенных микробов и грозовых разрядов.

**1.3. Влияние кислотных осадков на окружающую среду.**

Образовавшиеся опасные осадки влияют на природу. В первую очередь

страдают пресные водоемы и растительные насаждения. Основными закислителями водоемов являются серные и азотистые соединения. Осадки кислотной природы приводят к снижению видового разнообразия водных обитателей. Первыми на начальное изменение кислотности реагируют микроорганизмы сокращением численности.

Токсичные осадки загрязняют сельскохозяйственные площади. Исследования доказали, что кислотные дожди наносят вред растениям по всей планете. Нарушаются растительные покровные ткани, клеточный обмен веществ, что заканчивается гибелью растений. Очень чувствительны к кислотным осадкам леса, так, например, у лиственных пород ветви становятся хрупким, лиственная масса угнетается, а у хвойных, из-за частой смены хвои, кроны становятся редкими [4].

 Продуктивность почв под действием кислотных осадков падает, так как почвенные микроорганизмы погибают или меняется их состав.

 **1.4. Морфо-биологические характеристики овощных культур.**

Для проведения экспериментальной части исследования были выбраны четыре овощные культуры различных систематических групп, выращиваемые садоводами-любителями: горох, салат, горчица белая и картофель. Выбор данных культур был обусловлен морфологическими особенностями видов и примерно одинаковой скоростью развития. Все используемые в эксперименте растения относились к классу Двудольные (Magnoliopsida) отделу Покрытосеменные (Magnoliophyta) и четырём семействам.

 Горох овощной сахарный (Pisum sativum L.) – представитель семейства Бобовые (Fabaceae). Однолетнее растение, имеющее стержневой, хорошо развитый корень. Стебель угловатый, полегающий, длиной от 20 до 250 см. Листья парноперистые, состоящие из 1-3 пар обратно-яйцевидных листочков, покрытые восковым налётом. Цветки одиночные или парные. Плод - боб прямой или саблевидный с 3-10 семенами. Масса 1000 семян в зависимости от сорта - от 120 до 250 г [5].

Салат посевной (Latuca sativa L.) – семейства Астровые (Asteraceae). Однолетнее растение, образующее стержневой, утолщённый в верхней части корень. Типичную форму представляет растение до одного метра высотою, с полным ветвистым стеблем и зубчатыми или изрезанными, обратно яйцевидными горизонтальными, сидячими листьями; на нижней стороне по средней жилке листья усажены щетинками. Внутренние листья образуют плотный или более рыхлый кочан и этиолированы. Цветки салата жёлтые, обоеполые. Плод – семянка [5].

 Капуста белокочанная семейства [Капустные](https://vlab.wikia.org/ru/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5) (Brassicaceae). Двулетнее растение, выращивается как однолетнее, имеет хорошо развитую корневую систему. Стебель прямой, гладкий, ветвистый, развивается на второй год. Листья зеленые, гладкие, крупные, образуют кочан. Соцветие – кисть. Цветы бело-розовые с сильным медоносным запахом. Плод-стручок [5].

Картофель клубненосный (Solаnum tuberоsum), семейства Паслёновые (Solanaceae). Многолетнее растение, размножающееся вегетативным способом укороченными утолщёнными стеблями – клубнями. Корневая система картофеля мочковатая. Большинство корней залегает неглубоко. Куст ветвистый, плотный. Состоит из 4 – 8 стеблей высотой от 0,3 до 1,5 м. Листья черешковые, опушенные, непарноперисторассеченные. Соцветие - сложный завиток. Венчик состоит из пяти сросшихся лепестков от белой до красно-фиолетовой окраски. Тычинок пять, пестик один. Картофель самоопыляющаяся культура. Плод – двугнездная зеленая ягода [5].

В качестве запасного варианта для замены капусты посевной предусматривалось использовать горчицу белую – ультраскороспелую культуру. Горчица белая – однолетнее растение, имеет хорошо развитую корневую систему. Стебель прямой, с бороздками, ветвистый, покрыт жесткими щетинистыми волосками. Листья зеленые, также покрытые волосками. Нижние листья сидят на длинных (до 5 см) черенках, черенки верхних листьев укороченные. Соцветие — кисть. Цветы желтые с сильным медоносным запахом. Плод-стручок [5].

**ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ.**

**2.1. Географическое положение и почвенно-климатические условия района исследования.**

Посёлок Цементный принадлежит Невьянскому городскому округу Свердловской области. Его координаты: 57028҆/08// с.ш. 60008/45// в.д.

Климат Среднего Урала – континентальный. Самый холодный месяц – январь – абсолютный минимум – 480С Средняя температура воздуха зимних месяцев -18,30С. Снежный покров высотой до 0,5-0,6 м сходит во второй декаде апреля. Морозы прекращаются в мае, но заморозки по ночам продолжаются до конца весны. Среднемесячная температура воздуха в мае около 10оС. Количество осадков около 45-50 мм. Самый теплый месяц в году - июль. Средняя месячная температура воздуха в июле 16-180С. Продолжительность безморозного периода на поверхности почвы в среднем 80-90 суток.

Сумма активных температур является важным показателем ресурсов тепла для картофеля. Умеренная климатическая зона Среднего Урала находится в изотермах десятиградусных температур от 1600 до 18000С.

По средним многолетним данным Уральского территориального управления по гидрометеорологии и контролю природной среды годовая сумма осадков на территории Среднего Урала 524 мм [10].

**2.2. Характеристика объектов исследования.**

Объектом данного исследования была почва опытного участка.

На опытном участке 10 мая отобрали 5 точечных проб почвы метод конверта с глубины 0-10 см и объединили их в один смешанный образец, массой 0,8 кг. Затем почву измельчили, просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм и сократили вес образца до 500 грамм (метод квартования). Пробу высушили до воздушно-сухого состояния и приготовили водную почвенную вытяжку для определения растворимых соединений и актуальной кислотности почвы.

Для приготовления вытяжки 20 г воздушно-сухой почвы поместили в колбу на 100 мл, добавляют 50 мл дистиллированной воды, взбалтывают в течении 5-10 минут и фильтруют [3].

Объектами исследования стали четыре вида овощных растений: салат полукочанный сорта Кучерявец одесский, горох сахарный сорта Амброзия, капуста белокочанная сорта Золотой гектар 1432, картофель сорта Ирбитский.

Горох овощной сахарный сорта **Амброзия** – один из самых скороспелых – от всходов до технической спелости бобов-лопаток 45 – 55 дней. Растение высотой 50 – 70 см. Бобы длинные широкие, без жесткого пергаментного слоя. В пищу используется вся лопатка целиком на ранних сроках формирования боба. Урожайность бобов – 0,6 кг/м2. Посевы размещаются на солнечных участках с дренированными, не кислыми почвами. Во избежание полегания стеблей - ставят опоры. Сведения о сортах взяты с упаковок семян.

Салат полукочанный сорта **Кучерявец одесский** – среднепозднего срока созревания. Урожайный, стабильно формирует в открытом грунте 2,5 – 2,7 кг/м2 качественной продукции. Розетка листьев спустя 50 – 60 дней от всходов имеет вид рыхлого, открытого кочана диаметром 25 – 30 см, массой около 200 г. листья хрустящего типа, кудрявые, нежные, сочные, отличного вкуса. Сорт устойчив к стеблеванию.

Капуста белокочанная сорта **Золотой гектар 1432** – среднераннего срока созревания. Листовая розетка этого сорта – небольшая, полуприподнятая, в диаметре может составлять до 70-75 см. Листва может быть цельной, с небольшими черешками. Длина листьев – 33-34 см, ширина – 30-32 см. Поверхность листвы – гладкая, но может быть покрыта небольшими морщинами. Края – гладкие, либо слегка волнистые. Окрас листвы – изумрудный с сероватым отливом, восковой налет – слабой или средней интенсивности. От всходов до получения качественной рассады проходит 35 – 40 дней; до получения готовой продукции проходит 60-65 дней от высадки рассады в открытый грунт.

Горчица белая сорта **Белянка** - раннего срока развития, с хорошо развитой корневой системой. Стебель прямостоячий, опушенный 35-50 см. Лист зеленый, средних размеров, имеющий небольшой черешок и слабозубчатый край. Лепестки цветов окрашены в светло-желтый цвет. Без носика стручок короткий, с носиком - средней длины и ширины. Количество семян в стручке характеризуется как среднее (масса 1000 семян также средняя). Урожайность семян 24,2 ц/га. Содержание жира в семенах 28,7%. Вегетационный период 84 дня.

Картофель клубненосный сорта **Ирбитский** имеет среднюю высоту куста, который довольно компактен. Это полупрямостоячее растение с промежуточным характером роста. Листья средние по размеру и волнистые по краю, насыщенного, зеленого цвета. Внутренняя поверхность венчика окрашена лазоревым цветом. Кожица у клубней розово-красная, они круглые по форме. Глазки у сорта Ирбитский некрупные, а мякоть отличается желтоватой окраской. Одно гнездо содержит до 6-8 клубней, вес каждого составляет 110-190 г. В мякоти содержится 13-16,5% крахмала. Урожайность сорта – 250-400 ц/га [7].

**2.3. Сроки посадки и схема опыта.**

26 мая 2019 года на экспериментальном участке площадью 20 м2 были взяты пробы почвы методом конверта. Смешанный образец массой 800 грамм просушили, измельчили и подготовили почвенную вытяжку для химического анализа.

28 мая подготовили навески семян для закладки опыта. Навески семян гороха состояли из 25 единиц посадочного материала, навески семян капусты и салата имели массу 0,15 грамм. Картофель проращивался в течение 30 дней в теплом светлом помещении.

30 мая подготовили гряды экспериментального участка к посадке семян: землю перекопали и заборонили.

1 июня на участке был заложен опыт в четырёх повторностях (рис. 1, Приложение А). Семена гороха, капусты и салата были посажены в 3 ряда, (3 срока уборки) с шириной междурядий 25 см; картофель посажен по схеме 25х25 (рис. 2. Приложение Б)

25 июня всходы капусты были сильно повреждены крестоцветной блошкой, и, вместо капусты во все варианты посеяли горчицу (навеска 0,15г).

1 июля была проведена первая обработка всходов растворами: первый вариант опрыскивался раствором рН=5,0; второй вариант – раствором рН=4,0; третий вариант – раствором рН=3,0; четвертый вариант – раствором рН=7 – контроль. Обработка горчицы в первый срок не проводилась.

8 июля – первая срезка надземных частей растений. Для определения урожайности зеленой массы от края рядка с двух сторон отступали по 10 см и все растения на этих промежутках вырывались с корнем, для учета их не использовали. Оставшиеся 80 см делили рулеткой на 4 участка (повторности) по 20 см. С каждого участка растения отдельно подкапывались, отряхивались от почвы, их корни обрезались на уровне корневой шейки. Оставшаяся часть надземных побегов взвешивалась на весах, результаты заносились в рабочие таблицы полевого дневника. Учетная площадь одной повторности составила 0,05 м2.

15 июля – вторая обработка посевов растворами разной концентрации.

22 июля – вторая обрезка надземных частей растений для определения урожайности полученной зеленой массы.

29 июля – третья обработка посевов растворами разной концентрации

5 августа – третья окончательная обрезка побегов для определения массы надземной части. У картофеля на одну повторность приходилось по 2 растения. Их выкапывали, отряхивали от земли и обрезали стебли на уровне самых верхних придаточных корней и взвешивали. Учетная площадь повторности составляла 0,125 м2.

**2.4. Методики химического анализа почвы.**

Для химического анализа почвенных образцов использовался колориметрический метод.

 Суть данного метода заключается в сравнении окраски исследуемого раствора со стандартной цветной шкалой. Если окраска раствора не соответствует цвету шкалы, то берут среднее значение между двумя близкими цветами шкалы. Анализ образцов проводился по методикам руководства Муравьева А.Г. [3]. Определялась кислотность почвы, наличие нитрат-ионов и фосфат-ионов с помощью тест-системы «Нитраты» и тест-системы «Фосфаты» НПО ЗАО «Крисмас+».

**ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.**

**3.1. Результаты химического анализа почвы.**

Проведенный анализ почвы показал, что реакция почвенного раствора рН=7,0 и, значит, на опытном участке почва имеет нейтральную реакцию и не требует проведения мероприятий по изменению ее кислотности.

По данным агрохимических анализов, почвы, содержащие более 60 мг/л азота, могут быть охарактеризованы как мало нуждающиеся в азотных удобрениях; почвы, содержащие от 40-45 до 60 мг/л азота, как средне нуждающиеся в азоте, а почвы, содержащие менее 40 мг/л азота, относятся к сильно нуждающимся в азоте. Анализ почвы опытного участка на наличие нитратов показал, что количество нитратов составляет 45 мг/л и эта почва средне нуждается в азотных удобрениях.

Анализ почвы на фосфаты показал, что концентрация фосфатов равна 1мг/л. По данным французского ученого А. Демолона, оптимальная для растений концентрация фосфатов в почвенном растворе – 1,2 мг/л, поэтому на опытном участке необходимо внесение фосфорных удобрений.

Перед посадкой культур на опытный участок внесли азофоску 20 г/м2.

**3.2. Анализ результатов урожайности зелёной массы исследуемых растений.**

Уборка зелёной массы побегов исследуемых растений проводилась в 3

срока: 9, 22 июля и 5 августа по всем четырём вариантам. Результаты средней урожайности по культурам представлены на графиках рисунков 1-4 и в таблицах 1-4 (Приложение В).

Рисунок 1. Динамика роста урожайности зеленой массы гороха под воздействием растворов с разной кислотностью

На графиках видно, что снижение урожайность наблюдается на всех культурах в вариантах 2 и 3, уже после первого опрыскивания растений растворами с уровнем рН=4 и рН=3. Эта тенденция сохраняется и на следующих сроках уборки, т.е. наименьшую урожайность зеленой массы дали растения в 3 варианте.

Рисунок 2. Динамика роста урожайности зеленой массы салата под воздействием растворов с разной кислотностью

Рисунок 3. Динамика роста урожайности зеленой массы горчицы под воздействием растворов с разной кислотностью

Рисунок 4. Динамика роста урожайности зеленой массы картофеля под воздействием растворов с разной кислотностью

Проведённая обработка результатов методом математической статистики показала, что при 5% уровне значимости существенные различия между вариантами наблюдались при концентрации раствора рН=4 и ниже. Данные статистической обработки представлены в таблицах 5-8 (прил. Г).

Существенность различий в урожайности всех культур с контрольным вариантом свидетельствует о негативном влиянии кислотных осадков на рост и развитие овощных культур.

Наиболее чувствительными к опрыскиванию кислыми растворами оказались молодые растения всех культур (табл. 9. Приложение Д). Так, при рН=3 раствора, снижение урожайности у гороха отмечено на 20,6%, у картофеля – 24,1%, у салата – на 25,6%. Самой чувствительной к кислотности рН=3 оказалась горчица, ее урожайность при первом сроке уборки снизилась на 32,8% в сравнении с контролем. Вероятно, это связано с особенностями строения листьев горчицы. Наличие на их поверхности волосков задерживало раствор, и его действие было более продолжительным. С листьев салата и гороха раствор скатывался очень быстро, т.к. листья этих растений гладкие.

**Заключение.**

Работа по изучению влияния кислотных осадков на рост и развитие надземных частей овощных растений проводилось с 01.05 по 30.11.2019 года.

Проведен обзор литературы о морфо-биологических особенностях, агротехнике выращивания овощных культу, а также о происхождении кислотных осадков и их влиянии на окружающую среду.

Химический анализ почвы на опытном участке показал, что она имеет нейтральную реакцию, средне нуждается в азотных и фосфорных удобрениях.

Проведён эксперимент по изучению влияния кислотных осадков на рост и развитие побегов овощных культур. Он показал, что негативное влияние кислотных осадков на развитие растений проявилось уже после первого опрыскивания растворами с рН=4 и рН=3. При рН=3 все культуры максимально замедлили рост и снизили урожайность зеленой массы на 20% и более.

Наибольшую чувствительность к опрыскиванию кислыми растворами проявили молодые растения, снизив урожайность на 20-30%.

Из овощных культур самой чувствительной к их действию оказалась горчица, отреагировавшая на опрыскивание снижением урожайности после первого опрыскивания на 32,8%, после второго опрыскивания на 32%

Статистическая обработка результатов показала существенность различий вариантов 2 (рН=4) и 3 (рН=3) с контрольным вариантом по всем культурам.

Таким образом, выдвинутая гипотеза подтвердилась, с увеличением кислотности раствора и количества обработок, рост и развитие растений замедляются.

Считаю, что с задачами справилась и цели достигла.

Планирую работу по изучению влияния кислотных осадков на рост и развитие надземной части овощных культур продолжить и повторить эксперимент в закрытом грунте, чтобы нивелировать действия климатических факторов.

**Литература.**

1. Заиков, Г.Е. Кислотные дожди и окружающая среда. / Г.Е. Заиков, С.А. Маслов, В.Л. Рубайло - М.: Химия, 1991. 142 с.
2. Израэль, Ю.А. Кислотные дожди. / Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Прессман и др. - Л.: Гидрометеоиздат - 1989, 269 с.
3. Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния почвы / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева /- СПб.: «Крисмас+», 2011, – 264с.
4. Небел Б. Наука об окружающей среде./ Б. Небел - М.: Мир, т.1-1993.-424с., т.2-1993.- 336 с.
5. Сергиевская, Е.В. Систематика высших растений или наземных растений. Издание 3-е. / Е.В. Сергиевская - М.: Академия, 2004. - 432 с.
6. Батян, А.Н. Основы общей и экологической токсикологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Батян, Г. Т. Фрумин, В. Н. Базылев. - СПб. : СпецЛит, 2009. - 352 с. URL: [file:///C:/Users/User/Downloads/[Batyan-A.N.,-Frumin-G.T.,-Bazuelev-V.N.]-Osnovue-(z-lib.org).pdf](file:///C%3A/Users/User/Downloads/%5BBatyan-A.N.%2C-Frumin-G.T.%2C-Bazuelev-V.N.%5D-Osnovue-%28z-lib.org%29.pdf) (дата обращения 10.05.2019)
7. Каталог сортов картофеля. Журнал «Защита картофеля». [Электронный ресурс] //- URL: [http://www.kartofel.org/cultivars/sorta/ sorta\_vse.html](http://www.kartofel.org/cultivars/sorta/%20sorta_vse.html) (11.04.2019)
8. Кислота с неба. Статьи. Наука и техника [Электронный ресурс] Сайт N-T.ru электронная библиотека Наука и техника <http://n-t.ru/tp/mr/kn.htm> (10.05.2019)
9. Кислотные дожди, их причины и последствия. [Электронный ресурс] Сайт Econet.ru URL: [htps://econet.ru/articles/62188-kislotnye-dozhdi-ih-prichiny-iposledstviya](https://econet.ru/articles/62188-kislotnye-dozhdi-ih-prichiny-i-posledstviya) (10.05.2019)
10. Природные ресурсы. [Электронный ресурс] Официальный сайт правительства Свердловской области. URL: [http://midural.ru/100034/100083/ 100294/](http://midural.ru/100034/100083/%20100294/) (11.04.2019)

Приложение А.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| Вариант 3 горчица |  |  |  | Вариант 4 горчица |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вариант 3 салат |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  Вариант 4 салат |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вариант 3 горох |  |  |  |  Вариант 4 горох |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 м | Вариант 1 горчица |  |  |  |  Вариант 2 горчица |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вариант 1 салат |  |  |  |  Вариант 2 салат |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вариант 1 горох |  |  |  |  Вариант 2 горох |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| I | II | III | IV | I | II | III | IV |
|  |   | 2,2 м |  |

Рисунок. 1. Схема полевого опыта с посадкой гороха, салата и горчицы

 Приложение Б.

|  |
| --- |
|  |
| 4,0 м | Вариант 3 картофель |  |  |  | картофель | Вариант 4 картофель |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **картофель** | **картофель** |
| **S=0,13м2**Вариант 1 картофель |  |  |  | Вариант 2 картофель |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **I** | **II** | **III** | **IV** | **I** | **II** | **III** | **IV** |
| **картофель** |  | **картофель** |

2,2 м

Рисунок 2. Схема опыта с посадкой картофеля

Приложение В.

Таблица 1 - Урожайность зеленой массы гороха в разные сроки уборки.

|  |  |
| --- | --- |
| Даты уборки | Варианты (кг/м2) |
| 1 вариант (рН 5) | 2 вариант (рН 4) | 3 вариант (рН 3) | 4 вариант (К) |
| 09.07.19 | 2,88±0,02 | 2,40±0,22 | 2,30±0,03 | 2,90±0,04 |
| 22.07.19 | 3,39±0,07 | 3,10±0,05 | 3,04±0,03 | 3,43±0,07 |
| 05.08.19 | 4,10±0,06 | 3,94±0,08 | 3,77±0,08 | 4,38±0,09 |

Таблица 2 - Урожайность зеленой массы салата в разные сроки уборки.

|  |  |
| --- | --- |
| Даты уборки | Варианты (кг/м2) |
| 1 вариант (рН 5) | 2 вариант (рН 4) | 3 вариант (рН 3) | 4 вариант (К) |
| 09.07.19 | 4,34±0,09 | 3,90±0,12 | 3,43±0,14 | 4,61±0,15 |
| 22.07.19 | 6,21±0,05 | 5,53±0,07 | 5,27±0,07 | 6,44±0,11 |
| 05.08.19 | 8,10±0,10 | 7,10±0,08 | 6,55±0,07 | 8,48±0,11 |

Таблица 3 - Урожайность зеленой массы горчицы в разные сроки уборки.

|  |  |
| --- | --- |
| Даты уборки | Варианты (кг/м2) |
| 1 вариант (рН 5) | 2 вариант (рН 4) | 3 вариант (рН 3) | 4 вариант (К) |
| 22.07.19 | 1,61±0,03 | 1,53±0,02 | 1,16±0,03 | 1,73±0,03 |
| 05.08.19 | 2,44±0,06 | 2,38±0,02 | 1,79±0,05 | 2,64±0,05 |

Таблица 4 - Урожайность зеленой массы картофеля в разные сроки уборки.

|  |  |
| --- | --- |
| Даты уборки | Варианты (кг/м2) |
| 1 вариант (рН 5) | 2 вариант (рН 4) | 3 вариант (рН 3) | 4 вариант (К) |
| 09.07.19 | 5,69±0,05 | 5,30±0,12 | 4,45±0,08 | 5,87±0,14 |
| 22.07.19 | 6,35±0,12 | 5,91±0,06 | 5,07±0,08 | 6,45±0,12 |
| 05.08.19 | 6,85±0,14 | 6,40±0,06 | 5,89±0,11 | 7,17±0,07 |

Приложение Г. Результаты статистической обработки результатов по урожайности

Таблица 5 - Урожайность зеленой массы гороха в разные сроки уборки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Горох | 09.07.2019 | 22.07.2019 | 05.08.2019 |
| Вариант | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. |
| 1 в. (рН=5) | 2,88 | 0,02 | 2,78 | 0,37 | н/с | 3,39 | 0,07 | 2,78 | 0,37 | н/с | 4,10 | 0,06 | 2,78 | 2,52 | н/с |
| 2 в. (рН=4) | 2,40 | 0,14 | 2,78 | 3,4 | сущ | 3,10 | 0,05 | 2,78 | 3,87 | сущ | 3,94 | 0,08 | 2,78 | 3,62 | сущ |
| 3 в. (рН=3) | 2,30 | 0,03 | 2,78 | 12,18 |  сущ | 3,04 | 0,03 | 2,78 | 5,32 | сущ | 3,77 | 0,08 | 2,78 | 5,0 | сущ |
| 4 в. К (рН=7) | 2,90 | 0,04 | 2,78 | 0 | - | 3,43 | 0,07 | 2,78 | 0 | - | 4,38 | 0,09 | 2,78 | 0 | - |

Таблица 6 - Урожайность зеленой массы салата в разные сроки уборки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| салат | 09.07.2019 | 22.07.2019 | 05.08.2019 |
| вариант | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. |
| 1 в. (рН=5) | 4,34 | 0,09 | 2,78 | 1,52 | н/с | 6,21 | 0,05 | 2,78 | 1,92 | н/с | 8,10 | 0,10 | 2,78 | 2,53 | н/с |
| 2 в. (рН=4) | 3,90 | 0,12 | 2,78 | 3,64 | сущ | 5,53 | 0,07 | 2,78 | 6,8 | сущ | 7,10 | 0,08 | 2,78 | 10,21 | сущ |
| 3 в. (рН=3) | 3,43 | 0,14 | 2,78 | 3,51 | сущ | 5,27 | 0,07 | 2,78 | 8,77 | сущ | 6,55 | 0,07 | 2,78 | 15,08 | сущ |
| 4 в. К (рН=7) | 4,61 | 0,15 | 2,78 | 0 | - | 6,44 | 0,11 | 2,78 | 0 | - | 8,48 | 0,11 | 2,78 | 0 | - |

Таблица 7 - Урожайность зеленой массы горчицы в разные сроки уборки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| горчица | 09.07.2019 | 22.07.2019 | 05.08.2019 |
| вариант | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. |
| 1 в. (рН=5) |  |  |  |  |  | 1,61 | 0,03 | 2,78 | 2,63 | н/с | 2,44 | 0,06 | 2,78 | 2,53 | н/с |
| 2 в. (рН=4) |  |  |  |  |  | 1,53 | 0,02 | 2,78 | 5,23 | сущ | 2,38 | 0,02 | 2,78 | 4,79 | сущ |
| 3 в. (рН=3) |  |  |  |  |  | 1,16 | 0,03 | 2,78 | 13,07 | сущ | 1,79 | 0,05 | 2,78 | 12,31 | сущ |
| 4 в. К (рН=7) |  |  |  |  |  | 1,73 | 0,03 | 2,78 | 0 | - | 2,64 | 0,05 | 2,78 | 0 | - |

Таблица 8 - Урожайность зеленой массы картофеля в разные сроки уборки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| картофель | 09.07.2019 | 22.07.2019 | 05.08.2019 |
| вариант | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. | Хср | mх | t0,05 | tфакт  | Сущ. разл. |
| 1 в. (рН=5) | 5,69 | 0,05 | 2,78 | 0,37 | н/с | 6,35 | 0,12 | 2,78 | 0,59 | н/с | 6,85 | 0,14 | 2,78 | 2,02 | н/с |
| 2 в. (рН=4) | 5,30 | 0,12 | 2,78 | 3,4 | сущ | 5,91 | 0,06 | 2,78 | 3,89 | сущ | 6,40 | 0,06 | 2,78 | 8,20 | сущ |
| 3 в. (рН=3) | 4,46 | 0,08 | 2,78 | 12,18 | сущ | 5,07 | 0,08 | 2,78 | 9,46 | сущ | 5,89 | 0,11 | 2,78 | 9,5 | сущ |
| 4 в. К (рН=7) | 5,87 | 0,14 | 2,78 | 0 | - | 6,45 | 0,12 | 2,78 | 0 | - | 7,17 | 0,07 | 2,78 | 0 | - |

Приложение Д.

Таблица 9 – Динамика урожайности овощных культур по срокам уборки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Кислотность раствора | горох | салат | горчица | картофель |
| 09.07 | 22.07 | 5.08 | 09.07 | 22.07 | 5.08 | 22.07 | 5.08 | 09.07 | 22.07 | 5.08 |
| кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % | кг/м2 | % |
| рН=5 | 2,88 | 99,4 | 0,07 | 99,0 | 4,1 | 93,6 | 4,34 | 94,2 | 6,21 | 96,3 | 8,1 | 95,5 | 1,61 | 93,4 | 2,44 | 92,6 | 5,69 | 96,8 | 6,35 | 98,4 | 6,85 | 98,4 |
| рН=4 | 2,40 | 82,9 | 0,06 | 90,4 | 3,94 | 90,0 | 3,9 | 84,6 | 5,53 | 85,7 | 7,1 | 85,9 | 1,53 | 88,6 | 2,38 | 90,0 | 5,30 | 90,3 | 5,91 | 91,6 | 6,40 | 98,5 |
| рН=3 | 2,30 | 79,4 | 0,03 | 88,6 | 3,77 | 86,1 | 3,43 | 74,4 | 5,27 | 81,8 | 6,55 | 77,2 | 1,16 | 67,2 | 1,79 | 68,0 | 4,46 | 75,9 | 5,07 | 78,6 | 5,89 | 96,5 |
| рН=7 К | 2,90 | 100 | 0,07 | 100 | 4,38 | 100 | 4,61 | 100 | 6,44 | 100 | 8,48 | 100 | 1,73 | 100 | 2,64 | 100 | 5,87 | 100 | 6,45 | 100 | 7,17 | 100 |