

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №28 города Пензы  
имени Василия Осиповича Ключевского

I региональный конкурс научно-исследовательских работ  
имени Д.И. Менделеева

**Определение содержания свинца в почве  
и его влияние на рост растений.**

Выполнила:  
Трушина Лилия,  
МБОУ СОШ №28 г. Пензы  
им. В.О. Ключевского,  
11 «А» класс

Руководитель:  
Куликова Динара  
Илдаровна  
учитель химии и биологии,  
МБОУ СОШ №28 г. Пензы  
им. В.О. Ключевского.

<b>Содержание</b>	2
Введение	3
Глава 1. Загрязнения окружающей среды соединениями свинца.	5
1.1 Влияние соединений свинца на организмы.	5
1.2 Основные источники загрязнения свинцом .	6
Глава 2. Экспериментальная часть.	
Изучение содержания соединений свинца в окружающей среде вблизи школы №28.	6
2.1. Определение содержания ионов свинца в почве.	7
2.2. Определение содержания ионов свинца в растительности, произрастающей на разном расстоянии от автомагистрали	7
2.3 Влияние солей свинца на рост и развитие растений.	7
2.4. Выводы по результатам исследований.	9
Заключение	9
Литература и источники	10
Приложения	11-12

*«Машины извергали выхлопные газы, которые витали в воздухе, словно пыльца новой эры, оседая в легких парижан и осеменяя флору грядущей большой цивилизации. Агония растительности — деревьев, кустов, травы, — безмольная и незримая для людских глаз, воспринимающих лишь то, что движется, привычно вписывалась в систему городской жизни. Автомобили творили нового человека, у которого не будет ног, чтобы прогуляться по асфальтированным дорогам своей мечты, а будут одни колеса»*

*Мартен Паж*

## **Введение**

В погоне за благами цивилизации люди забывают, что наивысшая ценность на Земле. Все мы в огромной степени зависим от окружающего нас мира, ведь человек и природа неотделимы друг от друга и тесно взаимосвязаны. Для человека, как и для общества в целом, природа является средой жизни и единственным источником необходимых для существования ресурсов.

Вопрос взаимодействия с окружающей средой актуален и сегодня. Провозгласив себя царем среди всех живых существ, человек забыл, что сам является частью природы, венцом ее творения.

По мере развития цивилизации, особенно после промышленной революции конца средних веков, человечество овладевало все большей мощностью, все большей способностью вовлекать и использовать для удовлетворения своих растущих потребностей огромные массы вещества. Воздух отравляют выхлопы миллионов автомобилей, ядовитые выбросы заводов. В стремлении улучшить жизнь на Земле человек потребляет больше, чем возвращает, и этим наносит ущерб окружающей среде. Ни для кого не секрет, сколь пагубно сегодня сказывается на ней деятельность человека.

Сейчас весь мир встревожен тем разрушением богатств природы, которое несет за собой цивилизация и растущий технический прогресс. Собираются специальные совещания по охране природы, вводятся законы по ограничению ущерба, вызванного деятельностью человека, но все эти меры могут только отсрочить, но не остановить надвигающуюся катастрофу.

### **Актуальность исследования:**

Изучение результатов антропогенного воздействия загрязнения окружающей среды в настоящее время приобрело исключительно важное значение, поскольку многие из накапливающихся в воздухе, воде, и почвах химических элементов чрезвычайно опасны для живых организмов. Самое пристального внимания заслуживает техногенное накопление тяжелых металлов, особенно в почвах – начальном звене пищевой цепи. [6]

В последние десятилетия во всем мире усиливается загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. В силу этого возрастание их содержания в почве, атмосфере и воде становится серьезной экологической проблемой. Тяжелые металлы

надолго входят в круговорот органического вещества, усиливают естественные геохимические аномалии и создают новые – техногенные. В отличие от многих органических загрязняющих веществ тяжелые металлы невозможно удалить из окружающей среды путем естественной химической или биологической трансформации, так как они не деградируют и устойчивы в среде. Опасность возрастания содержания тяжелых металлов в почве и атмосфере связана также с их активным поглощением и накоплением в растениях, что не только негативно отражается на жизнедеятельности самих растений, но и представляет серьезную угрозу здоровью человека и животных.

Свинец - металл, который при контактах с кожей и при попадании в организм вызывает наибольшее количество тяжелых заболеваний, поэтому по степени воздействия на живые организмы свинец отнесен к классу высокоопасных веществ наряду с мышьяком, кадмием, ртутью, селеном, цинком, фтором и бензапиреном (ГОСТ 3778-98).

Огромное влияние на загрязнение окружающей среды свинцом оказывают автомобили со свинцовыми аккумуляторами. Выхлопные газы являются важнейшим источником свинца. Увеличение свинца в почве, как правило, ведет к его накоплению растениями. Многие данные свидетельствуют о резком возрастании содержания свинца в растениях, выросших по краям автострад.

**Цель:** Провести экспериментальные опыты по нахождению солей свинца в окружающей среде. Изучить влияние свинца на процессы роста и развития растений.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучение научной литературы и Интернет-сайтов по поставленной цели исследования.
2. Проведение качественного анализа проб почвы, снега и растений на содержание соединений свинца.
3. Выяснение уровня загрязнённости соединениями свинца окружающей среды данной местности.
4. Определение влияния солей свинца на рост и развитие растений.

**Гипотеза** - почвы города Пенза содержат тяжелые металлы, количество которых влияет на рост растений

**Объект исследования** – образцы почвы и растений взятые на разных участках автомобильной дороги.

**Предмет исследования** – наличие ионов свинца в почве и их влияние на рост растений

В работе я использовала **методы:** анализ литературы, наблюдение, измерение показателей, эксперимент, сравнение.

### **Практическая значимость работы.**

Полученные в результате исследования данные расширяют знания о влиянии ионов свинца на окружающую среду и здоровье человека, полученные материалы можно использовать для оценки экологического состояния окружающей среды своей местности и экологической просветительской работы.

## **1. Загрязнения окружающей среды соединениями свинца.**

### **1.1 Влияние соединений свинца на организмы.**

Органические отбросы, биогенные вещества наносят вред городским и природным экосистемам тогда, когда перегружают их. Загрязненная ими экосистема может при благоприятных условиях очиститься сама. Однако есть загрязнители, которые абсолютно чужды экосистемам, поэтому их вред более существен. Среди таких загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы.

Токсикология свинца изучена очень тщательно, так как его содержание в окружающей среде растет сейчас небывало быстрыми темпами в результате деятельности человека.

Даже при низких дозах свинцовое отравление (сатурнизм) вызывает снижение интеллектуального развития, внимания и умения сосредоточиться, отставание в чтении, ведет к развитию агрессивности, гиперактивности и другим проблемам в поведении ребенка. Эти отклонения в развитии могут носить длительный характер и быть необратимыми. Низкий вес при рождении, отставание в росте и потеря слуха также являются результатом свинцового отравления. Высокие дозы интоксикации ведут к умственной отсталости, вызывают кому, конвульсии и смерть. Вредное воздействие свинца на здоровье взрослых проявляется в повышении кровяного давления, нарушении деятельности нервной системы, печени, почек, снижении репродуктивной функции.

В организм человека свинец в основном попадает через пищеварительный тракт. Однако соединения свинца могут попадать в организм человека и с вдыхаемым воздухом.[4]. Наиболее опасным является попадание свинца с пылевыми аэрозолями от загрязненных почв.

Свинец, попадая в организм животных и человека, через несколько минут проникает в клетки крови и быстро связывается с эритроцитами, в которых содержание свинца в 16 раз выше, чем в плазме крови. Депонируется в костной системе, включая зубы. Свинец является конкурентным биометаллом по отношению к Са и может его вытеснить из тканей [2].

Для растений свинец не является физиологически необходимым элементом. Однако, в отдельных исследованиях приводятся данные, о стимулирующем действии этого металла на рост и развитие растений при относительно невысоких его концентрациях в почвах. Ионы свинца в невысоких концентрациях способны оказывать положительное влияние на содержание в листьях хлорофилла и интенсивность фотосинтеза[7]

Избыточное содержание в среде обитания или в пище любого химического элемента - нежелательный факт, поэтому будет правильнее говорить не о токсичном элементе, а о токсичной концентрации [6]

Повышенное содержание свинца в овощах, выращенных в урбанизированных и промышленных районах, представляет опасность для здоровья человека [3].

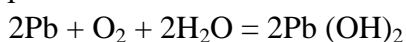
Содержание свинца в растениях, растущих по краям автострад, почти в 10 раз превышает его обыкновенное содержание в растениях, причем абсорбция свинца происходит из воздуха, а не из почвы. В сухую погоду свинец накапливается на поверхности растений, после обильных дождей значительная часть (до половины)

смывается.

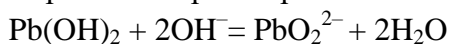
Высокое содержание свинца в воздухе часто служит причиной летнего листопада деревьев (но при этом, концентрируя свинец, деревья интенсивно очищают воздух).[4]

## 1.2 Основные источники загрязнения свинцом.

Еще во времена Древнего Рима отмечались случаи отравлений людей, использовавших свинцовую посуду. Деятельность человека привела к серьезным нарушениям в природном цикле свинца. Свинец попадает в воду различными путями. В свинцовых трубах и других местах, где возможен контакт этого металла с водой и кислородом воздуха, идут процессы окисления:



В подщелоченной воде свинец может накапливаться в значительных концентрациях в результате образования растворимых плюмбитов:



Если в воде присутствует  $\text{CO}_2$ , то это приводит к образованию довольно хорошо растворимого гидрокарбоната свинца.

Ежегодное мировое потребление свинца составляет около 3 млн т, из которых 40% используют для производства аккумуляторных батарей, 20% тетраэтилсвинца (ТЭС) и тетраметил свинца – присадок к бензину, 12% – в строительстве, 6% – для покрытия кабелей, изготовление красок.

Тetraэтил свинец  $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$  и тетраметил свинец  $(\text{CH}_3)_4\text{Pb}$  – это ядовитые жидкие вещества, которые добавляют до сих пор как антидетонирующие присадки к бензинам. Поэтому выхлопы автомобилей – наиболее серьезный источник загрязнения окружающей среды свинцом.

Концентрация свинца в воздухе некоторых городов 5 мкр/см<sup>3</sup>, и эта величина ежегодно увеличивается на 5%. Вдоль автомобильных дорог свинец абсорбируют растения (из воздуха, а не из почвы!), этот же процесс происходит при загрязнении поверхностных слоев вод. В воду свинец может попадать из загрязненных им почв. Неорганические соединения свинца ( $\text{Pb}^{2+}$ ) нарушают обмен веществ и являются ингибиторами ферментов, у детей вызывая умственную отсталость, заболевания мозга. Попадая в клетки, свинец дезактивирует ферменты. Свинец может заменять кальций в костях, становясь постоянным источником отравления. Органические соединения свинца еще более токсичны.[1]

## 2. Экспериментальная часть.

В почвах тяжелые металлы присутствуют в двух фазах – твердой и в почвенном растворе. Форма существования металлов определяется реакцией среды, химическим и вещественным составом почвенного раствора и, в первую очередь, содержанием органических веществ. Элементы, загрязняющие почву, концентрируются, в основном, в ее верхнем 10 см слое. Однако при подкислении малобufferной почвы значительная доля металлов из обменно-поглощенного состояния переходит в почвенный раствор. [6]

### 2.1. Определение содержания ионов свинца в почве.

Для проведения исследования были отобраны образцы верхнего слоя почвы в трех пунктах на различном расстоянии от автомагистрали. Образцы были взвешены на фильтрах, предварительно уравновесив их на весах, по 10 г каждого образца почвы. Навески перенесли в пронумерованные конические колбы (№ 1, 2, 3) и налили в каждую по 15 мл  $\text{HNO}_3$ , взболтали в течение 2–3 мин. Полученные вытяжки отфильтровали в пронумерованные стаканы, используя для каждой вытяжки свой фильтр. Из каждого стакана взяли по 5 мл фильтрата и поместили в три пронумерованные пробирки, используя для этого мерные пипетки. Провели осаждение ионов свинца раствором  $\text{KI}$  (5%) ( $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- = \text{PbI}_2$  (золотистые кристаллы), реакцию проводили в присутствии уксусной кислоты – 10 капель нагрели на водяной бане, а затем охладили).

Поставили пробирки в штатив, дали осадкам отстояться.

Наблюдали осаждение осадка в пробирке с вытяжкой собранной почвы у перекрестка.

### 2.2. Определение содержания ионов свинца в растительности, произрастающей на разном расстоянии от автомагистрали

Для определения содержания ионов свинца в растительности я собрала небольшое количество листьев и травы на расстоянии 2–3 м, 100 м, 300 м от оживленной автомагистрали. Пронумеровала соответствующие пробы. Измельчила собранную растительность и добавила во все пробы строго одинаковое количество спирта и воды. Затем прокипятила на водяной бане. Добавила к вытяжке раствор  $\text{Na}_2\text{S}$  ( $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS}$  (черный осадок)).

В результате эксперимента наблюдали помутнение раствора в пробирке с вытяжкой травы на расстоянии нескольких метров от оживленной дороги.

Растворы разных проб налила в стеклянные пробирки с отметками, указывающими, на каком расстоянии от дороги они взяты. Рассматривая их на свет, легко увидеть, что, чем дальше от дороги, тем меньше концентрация свинца (меньше черный осадок) в растительности [1].

### 2.3 Влияние солей свинца на рост и развитие растений.

В процессе исследования мы определяли, как влияют растворенные соли свинца в различных концентрациях на проращивание семян различных культурных растений и на их развитие в процессе развития растения. В исследовании изучалось воздействие нитрата свинца на семена редиса и огурца. Отобранные семена помещались в чашки Петри. Эксперимент проводился в следующих вариантах: № 1 – контроль (дистиллированная вода); № 2 – с добавлением раствора соли свинца 0,01 моль/л; № 3 – с добавлением раствора соли свинца (в соответствии с концентрацией соли свинца).

При концентрации нитрата свинца более 0,01 моль/л процент проросших семян значительно снижается (40%), при понижении концентрации процент проросших семян

увеличивается. Семена контрольной группы, имели крепкий, массивный стебель, наблюдался обычный прогрессивный рост растения. Семена пророщенные с добавлением солей тяжелых металлов, отстают в своем развитии от контрольного образца, имеют слабый стебель с темным основанием .

Наиболее чувствительны к действию свинца оказались семена редиса (семейство крестоцветных), наименее чувствительны семена огурца (семейство тыквенных). (см. приложение Таблица 1)

Пророщенные семена высаживались в ящики с грунтом и для полива использовался раствор соответствующей концентрации. При наблюдении за рассадой отмечено, что при небольших концентрациях ионы свинца способны оказывать положительное воздействие на содержание в листьях редиса и огурца хлорофилла и на интенсивность фотосинтеза (листья стали темно-зелеными), при дальнейшем поливе и увеличении концентрации ионов свинца наблюдалось нарушение формы и окраски листьев ( в том числе и у редиса), подсыхание кончиков стеблей и листьев. При концентрациях более 0,0025 моль/л в течение 2-3 недель растения погибали, причем, быстрее всего погибли огурцы. ,(см. приложение Таблица 2,3) В целом, отрицательное влияние свинца на рост и развитие растений обусловлено комплексом физиологических изменений, главными из которых, явилось: замедление роста корневой систем, что приводит к нарушению нормального минерального питания и уменьшение биомассы корней.

Выращивание растений производилось с октября 2020 г по январь 2021 года. Грунт и количество почвы у всех образцов было одинаковым. В процессе эксперимента производилось регулярное наблюдение – ежедневное зрительная оценка состояния растений в разных группах, фотосъёмка растений. Всего было взято три контрольные группы растений, каждая по 20 штук, которые поливались водой содержащей нитрат свинца различной концентрации и отстоявшейся водопроводной водой. Эксперимент был проведен несколько раз.

Растения, которые поливались отстоявшейся водопроводной водой. Растения, которые поливались водой, содержащей  $Pb(NO_3)_2$  (нитрат свинца). Концентрация 0,01М и 0,02М

*Методика приготовления раствора.*

Рассчитать навеску соли для приготовления раствора с молярной концентрацией:

$C=0,01M$ .

Взвесить определённую навеску на технических весах, предварительно уравновесив их.

Добавить 100 мл. воды, растворить соль. Раствор готов.

Наши расчеты.

Для приготовления раствора, вначале рассчитала массу навески соли, используя формулу для определения молярной концентрации раствора.

$M(Pb(NO_3)_2) = 331 \text{ г./моль}$ .

Раствор с молярной концентрацией 0,01 М.

$V = 100 \text{ мл.} = 0,1 \text{ литра}$



$$m=C*M*V$$

$$m=0,01*0,1*M$$

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)=0.01*0.1*331=0,331\text{г.}$$

Растения 2 группы поливались растворами, превышающими ПДК (Предельно Допустимая Концентрация)

#### **2.4 Выводы по результатам исследований.**

В результате исследований, было доказано, что ионы тяжелых металлов тяжелых металлов подавляют рост и развитие растений, накапливаются в них и вызывают отклонения в их развитии. Отклонений от нормы на первых этапах не было, но постепенное увеличение концентрации ионов этих металлов показали отрицательное воздействие на рост растений.

Экспериментальные данные подтвердили, что источником соединений свинца в нашем микрорайоне является автомобильная дорога. Соединения свинца обнаружены в почве и в растениях.

#### **Заключение.**

Доподлинно установлено, что свинец из всех тяжелых металлов, содержащихся в почве – самый ядовитый.

Загрязнение свинцом атмосферного воздуха, почвы и воды вблизи автомобильных дорог создает угрозу поражения свинцом населения, проживающего в этих районах, и, прежде всего детей, которые более чувствительны к воздействию тяжелых металлов.

Для того, чтобы избежать возможности отравления свинцом необходимо соблюдать основные гигиенические требования: проводить ежедневную влажную уборку жилых помещений, тщательно очищать ковровые покрытия пылесосом; обязательно менять обувь (желательно и одежду) при входе в помещение, запрещать детям принимать пищу на улице, следить, чтобы после возвращения с улицы и перед приемом пищи дети мыли руки, избегать железодефицита в питании, ежедневно принимать до 1 г кальция.

На основании проведенных исследований разработаны следующие рекомендации:

1. Нельзя собирать и употреблять в пищу растения, растущие вдоль автомобильных дорог, так как они накапливают вредные вещества из выхлопных газов автомобилей, а эти вещества при попадании в организм человека способствуют ухудшению его здоровья.
2. Необходимо высаживать вдоль автомобильных дорог и перед домами на улицах города растения, устойчивые к загрязнению окружающей среды, для ограничения попадания вредных веществ выхлопных газов автомобилей в окружающую среду. Для этих целей подходят яблоня, липа мелколистная, клен платанолистный, берёза повислая, тополь черный.

Проделанная нами работа имеет незаконченный характер.

В дальнейшем мы планируем провести более детальный анализ почв на содержание в них загрязняющих веществ, в том числе и тяжелых металлов, обхватив при этом большее количество территориальных участков города Пензы. Только после этого можно сделать окончательные выводы.

**Литература:**

1. Александрова В.П., Болгова И.В., Нифантьева Е.А. Ресурсосбережение и экологическая безопасность человека: Практикум с основами экологического проектирования. 9 класс.// М.: ВАКО, 2014. – 144 с.
2. Корбанова, А. И., Сорокина Н.С., Молодкина Н.Н. и соавт. Свинец и его действие на организм. // Мед. труда и пром. экология. - 2001, № 5, С. 29-34.
3. Кабата - Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях // А. Кабата - Пендиас, Х. Пендиас. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
4. Живи в гармонии с собой и миром! <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/svinets-krovetvornyj-pollutant/svinets-dlya-rasteniya-regulator-fotosynteza>
- 5 Влияние соли свинца на ростовые процессы у растений Н.А. Солдатова, В.Н. Хрянин // Известия ПГПУ № 6 (10) -2008 <https://cyberleninka.ru/article/v/vliyanie-soli-svintsa-na-rostovye-protsessy-u-rasteniy-cannabis-sativa-l>
6. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. // Издательство: Наука, 1991 г. - 152 стр.
7. Свинец и растения. [https://studwood.ru/998440/ekologiya/svinets\\_rasteniya](https://studwood.ru/998440/ekologiya/svinets_rasteniya)

**Приложение.***Таблица 1*

№ п/п	Вид растения	Контроль (дист. вода)	Концентрация раствора свинца (моль/л)	
			0,01	0,02
Средняя длина стебля (см)				
1.	Редис	1,8	0,5	0,25
2.	Огурец	2,4	1,1	0,7
Средняя длина корня (см)				
1.	Редис	4,9	0,5	0,1
2.	Огурец	5,6	1,6	0,3

*Таблица 2*

<b>Семена редиса</b>	<b>1 группа</b>	<b>2 группа</b>	<b>3 группа</b>
1 день	Посадка растений в почву	Посадка растений в почву	Посадка растений в почву
3 день	Появление первых всходов	Появление первых всходов	Появление первых всходов
5 день	Растения окрепли	Растения окрепли	Растения окрепли
10 день	(Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) 0,01M	(Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) 0,02M	Отстояная водопроводная вода.
12 день	Проросток развивается хорошо	Проросток развивается хорошо	Проросток развивается хорошо
14 день	Появление первого листа	Появление первого листа	Появление первого листа
18 день	Листья стали темно-зелеными	Рост растения замедлился	Проросток развивается хорошо
22 день	Угнетение растения	Угнетение растения, скручивание листьев	Проросток развивается хорошо

Таблица 3

<b>Семена огурца</b>	<b>1 группа</b>	<b>2 группа</b>	<b>3 группа</b>
1 день	Посадка растений в почву	Посадка растений в почву	Посадка растений в почву
3 день	Появление первых всходов	Появление первых всходов	Появление первых всходов
5 день	Растения окрепли	Растения окрепли	Растения окрепли
10 день	(Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) 0,01M	(Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) 0,02M	Отстояная водопроводная вода.
12 день	Проросток развивается хорошо	Проросток развивается хорошо	Проросток развивается хорошо
14 день	Появление первого листа	Появление первого листа	Появление первого листа
18 день	Листья стали темно зелеными	Рост растения замедлился, листья деформируются	Проросток развивается хорошо
22 день	Угнетение растения, изменение формы листьев	Угнетение растения, скручивание листьев	Проросток развивается хорошо
27 день	Угнетение растения, изменение формы листьев	Подсыхание стеблей растения погибают	Проросток развивается хорошо